COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUIN 1868.

PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Boussingault** fait hommage à l'Académie du tome IV de son « Agronomie, Chimie agricole et Physiologie ».

« M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie d'un opuscule qu'il vient de publier sous le titre de : *Expériences synthétiques relatives aux météorites. — Rapprochements auxquels ces expériences conduisent.*

» Plusieurs communications antérieurement faites à l'Académie s'y trouvent résumées et complétées par quelques observations nouvelles.

» Un premier chapitre présente le résumé succinct des faits généraux qui se rapportent à l'origine extrà-terrestre de ces corps et aux phénomènes qui accompagnent leur chute.

» Le second chapitre est consacré à la constitution des météorites, c'est-à-dire aux types que l'on peut y distinguer, à leur classification et à leur composition, comparée à celle des météorites.

» Dans le troisième chapitre, qui est le principal, et auquel les deux premiers servent en quelque sorte d'introduction, on expose les résultats des expériences synthétiques qui ont eu pour but d'imiter les météorites, soit par réduction de silicates, soit par oxydation de siliciures.

» On examine enfin les conséquences qui peuvent se déduire de cette série d'expériences, d'abord pour l'origine des corps cosmiques dont dérivent les météorites, puis pour la formation du globe terrestre lui-même. »

PHYSIQUE. — *Sur un effet de choc en retour, observé à Paris le 8 juin.* Note de **M. Becquerel.**

« Je prends la liberté de faire connaître à l'Académie les effets remarquables d'un coup de foudre, dont on a eu déjà quelques exemples.

» Le sieur Devaux, employé à la Compagnie du gaz, se trouvait dimanche, 8 juin, rue Thouin, à 10 heures du soir, au moment de l'orage, lorsqu'il se sentit affaissé sur lui-même, au moment où il aperçut un éclair éclatant. Il tomba sur ses genoux, éprouva une forte oppression dans l'estomac et fut en proie à un tremblement général qui dura deux jours. Les effets produits furent tels, qu'il entra chez un débitant de liqueurs pour demander du vulnéraire. En proie encore à une vive émotion, il examina son corps pour voir s'il n'avait pas reçu une blessure quelque part : quelle fut sa surprise quand il s'aperçut que la plus grande partie des clous de ses bottes avaient été enlevés ! Ces clous étaient à vis, et les bottes presque neuves. La force d'attraction a dû être considérable ; aussi tout le corps du sieur Devaux a-t-il dû éprouver un fort ébranlement, dont il ne se ressentait plus deux jours après.

» L'effet produit est dû au phénomène appelé *choc en retour :* quand un individu se trouve sous l'influence d'un nuage fortement électrisé, et que la foudre éclate à une certaine distance, il peut être foudroyé lui-même par la recomposition immédiate des deux électricités contraires, l'une possédée par la terre, l'autre par l'individu. »

M. le Maréchal Vaillant, après cette communication, dit à l'Académie que, il y a quelques années, une observation semblable a été faite dans les bois de Vincennes; mais l'homme a été foudroyé, et ses souliers, dont les clous avaient été enlevés, ont été lancés à quelque distance.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Note sur le rôle de l'observation et de l'expérimentation en physiologie; par* **M. Coste.**

« Je viens demander à l'Académie un moment d'attention afin de lui présenter quelques remarques à l'occasion d'un récent écrit sur les progrès de la physiologie générale en France, dans lequel notre confrère M. Claude

Bernard, séparant l'observation de l'expérience, expose une doctrine qui, heureusement pour la grandeur de la science, n'est conforme ni à la nature des choses, ni à la vérité de l'histoire. M. Claude Bernard soutient, en effet, que, vouées par essence à la contemplation pure, les sciences d'observation ne sauraient, en aucun cas, devenir *explicatives* des phénomènes de la vie, ni par conséquent conquérantes de la nature vivante, double privilége exclusivement réservé, suivant lui, aux sciences expérimentales. Je cite textuellement afin qu'on ne puisse m'accuser d'avoir altéré, en la traduisant dans un autre langage, la philosophie de l'auteur :

« Toutes les sciences naturelles sont des sciences d'observation, c'est-à- » dire des sciences contemplatives de la nature, qui ne peuvent aboutir » qu'à la prévision. Toutes les sciences expérimentales sont des sciences » explicatives, qui vont plus loin que les sciences d'observation qui leur » servent de base, et arrivent à être des sciences d'action, c'est-à-dire des » sciences conquérantes de la nature. Cette distinction fondamentale » ressort de la définition même de l'observation et de l'expérimentation. » L'observateur considère les phénomènes dans les conditions où la nature » les lui offre; l'expérimentateur les fait apparaître dans des conditions » dont il est le maître (1). »

» Certes, quand je prends soin de relever ici les immenses services que, comme sciences explicatives et conquérantes de la nature vivante, les sciences d'observation rendent chaque jour et ont toujours rendu à la physiologie générale, il ne viendra à l'esprit de personne de me soupçonner d'ingratitude envers les sciences expérimentales. Vingt-cinq années d'enseignement dans la chaire d'embryogénie comparée et dans un laboratoire où je fais assister mes auditeurs aux plus délicates expériences tendant à leur expliquer, dans la mesure des connaissances acquises, les lois du développement de la vie, me mettent à l'abri de ce soupçon. Je pourrais même ajouter, comme témoignage de mon penchant vers les sciences expérimentales, que les deux premiers grands laboratoires organisés en Europe pour l'étude de la vie en action ont été créés par mon initiative, l'un au Collége de France et l'autre à Concarneau, sur les bords de l'Océan.

» Mais l'étude des lois du développement de la vie ne demande à l'expérience seule de lui révéler les mystères de la création que dans le cas où ils se dérobent à l'œil de l'observateur. Partout où le regard peut les atteindre,

(1) CLAUDE BERNARD, *Rapport sur les progrès et la marche de la Physiologie générale en France*, p. 132. Paris, 1867.

elle n'a besoin d'aucun artifice pour contraindre l'organisation à les lui manifester, puisqu'elle voit ce qu'elle cherche.

» C'est pour n'avoir pas tenu un compte suffisant des données fondamentales que fournit l'embryogénie et pour avoir écarté celles qu'on peut emprunter à l'histoire naturelle et à la pathologie, si féconde en explications des fonctions du système nerveux, que, sous le titre le plus général, M. Claude Bernard aboutit à une physiologie si restreinte, qu'il la distingue de la physiologie comparée elle-même, car il dit, dans son travail, que « la physiologie comparée fournit des lumières à la physiologie générale », comme si la physiologie comparée était autre chose que la physiologie générale! Cela posé, je donne la preuve que les sciences d'observation sont au même degré que les sciences expérimentales, mais avec plus de certitude, explicatives des phénomènes de la vie et conquérantes de la nature vivante, et que, par conséquent, contrairement au sentiment de M. Claude Bernard, la physiologie générale est à la fois une science naturelle, c'est-à-dire d'observation, et une science expérimentale.

» Et d'abord, les sciences d'observation sont-elles explicatives des phénomènes de la vie?...

» Lorsque le naturaliste cherche à découvrir comment il peut se faire que, dans une ruche, il n'y ait jamais qu'une seule femelle pondeuse, la Reine, ayant au service de son gouvernement une armée de femelles stériles, les ouvrières qui, après les noces de la Reine qu'un seul accouplement féconde pour toute la durée de sa vie, massacrent les mâles désormais inutiles, se vouent sans trêve à l'éducation des nouveau-nés et à la fabrication du miel; lorsque, dis-je, le naturaliste cherche la raison de ces singuliers instincts et de cette admirable organisation du travail, il la trouve dans une pratique au moyen de laquelle les ouvrières font développer ou avorter à leur gré les organes de la génération des larves confiées à leurs soins. Cette pratique consiste à n'offrir à la Reine, pour le dépôt de ses premiers œufs qui sont tous femelles, sauf la grande cellule réservée à l'héritière du trône, que d'étroites alvéoles où les larves sorties de ces œufs, ne rencontrant ni la nourriture ni l'espace suffisants pour leur régulière et pleine métamorphose, contractent, sous l'empire de conditions défavorables, une difformité qui les prive de la plus importante fonction de l'animal parfait, celle de la maternité, et fait ainsi tourner leurs instincts au profit de l'œuvre commune. La preuve que c'est bien à l'influence physico-physiologique de ce milieu organisé avec une sorte de préméditation qu'il faut attribuer la création de cette population d'eunuques, c'est que, lorsque la Reine meurt, les ouvrières,

inquiètes des périls de l'anarchie, se hâtent d'élargir l'une des alvéoles où un œuf en voie d'incubation aurait certainement donné une femelle stérile s'il fût resté dans les mêmes conditions, mais dont elles font sortir une femelle féconde en administrant à la larve une plus copieuse nourriture.

» Devant ces attachantes scènes de la vie en action, l'observation pure permet donc ici au naturaliste d'expliquer les merveilleux phénomènes dont il est témoin. Les sciences d'observation sont, par conséquent, explicatives, comme les sciences expérimentales.

» Quand, sous la lentille du microscope, je vois, dans un embryon de poisson, le cœur, dont les parois ne sont encore formées que de cellules contractiles transparentes, lancer à chaque pulsation le sang dans toutes les parties de l'organisme et le ramener dans sa cavité pour lui faire, par cette seule impulsion, parcourir incessamment le même cercle, je n'ai besoin d'aucune expérience pour comprendre et expliquer, à cet âge, le mécanisme de la fonction.

» Quand j'observe sur le trajet de l'artère caudale de la larve du homard le jeu du sphincter, à l'aide duquel le jeune animal mesure, gradue et proportionne au progrès du développement des organes postérieurs la quantité de sang dont il les arrose, je n'ai qu'une manière d'arriver à la connaissance de ce curieux mécanisme, c'est de le voir en exercice.

» Lorsque je démontre, par des autopsies suffisamment répétées, que, chez la femme, la fonction de l'ovaire, c'est-à-dire la maturation d'un ovule microscopique dans une vésicule de de Graaf dont il tend à provoquer la rupture, est cause déterminante de la puberté ; et que, sous l'impulsion à distance de ce travail occulte périodique, la muqueuse utérine subit tous les mois une évolution correspondante ou sympathique, source intermittente du flux cataménial, je mets en évidence, par les seules lumières de l'esprit d'observation, une des plus importantes lois et une des admirables harmonies de la nature vivante.

» Enfin, lorsque j'assiste aux premiers actes de la vie prenant possession de la matière pour l'entraîner à la création d'un être nouveau, et que je vois la substance granuleuse destinée à cette création se séparer dans l'œuf en segments sphéroïdaux sans structure apparente; puis chacun de ces segments, simple résultat de la coalescence de granules autour d'un centre, se convertir en cellules par coagulation de sa couche superficielle; puis toutes ces cellules se ranger par ordre comme les pierres d'un édifice, se nourrir et se développer par assimilation de leur contenu, se multiplier par scission à la manière des organismes inférieurs, former la trame or-

ganisée qui va se transfigurer en embryon; quand je vois toutes ces merveilles, non-seulement je comprends comment des éléments façonnés par une première élaboration se coordonnent pour réaliser des formes définies, mais encore comment chaque cellule grandit, puisqu'elle absorbe son contenu; comment le blastoderme se développe par addition intercellulaire de cellules nouvelles produites par segmentation des cellules originellement constituées. Tous ces actes de la vie qui touchent à la plus fondamentale fonction, celle de la nutrition, se déroulent sous l'œil de l'observateur, qui n'a besoin, pour les saisir, que d'un seul secours, celui d'un instrument grossissant.

» Les sciences d'observation sont donc explicatives de la nature vivante, comme le sont les sciences expérimentales.

» Je borne là le nombre des exemples, que je pourrais multiplier à l'infini, et je passe à la seconde partie de la démonstration.

» Les sciences d'observation sont-elles conquérantes de la nature vivante?

» Je pourrais répondre d'un seul mot, par l'affirmative, à cette question et dire : Les sciences d'observation ont accompli, dans le cours des siècles, le plus grand acte de prise de possession de la nature vivante en la faisant passer de l'état sauvage à l'état domestique et en détruisant, autour des espèces utiles, la concurrence vitale des espèces nuisibles. Mais la simple énumération de quelques-unes de leurs conquètes les mieux définies donnera à la démonstration un caractère d'irréfutable précision.

» Plus de cinq siècles avant notre ère, dans les plaines de la vieille Assyrie, où le dattier était devenu l'objet de grandes exploitations, non-seulement à cause de l'excellence de son fruit sucré, mais aussi pour le miel et le vin qu'on savait en extraire, les Babyloniens avaient parfaitement reconnu que, dans ce genre d'arbres, les sexes étaient séparés sur des individus distincts et que la poussière séminale, portée par le vent, tombait dans le calice des fleurs femelles dont elle opérait la fécondation.

» Cette observation les conduisit à une pratique agricole qui doubla le produit de leur industrie. Ils comprirent, en effet, qu'ils pouvaient supprimer tous les sujets mâles de leurs plantations et leur substituer des arbres à fruit, sous la condition d'aller tous les ans, comme le font encore les Arabes de nos jours, chercher dans les forêts vierges les régimes fleuris des palmiers sauvages pour en utiliser le pollen.

» Cette pratique devint ainsi, aux mains de ces cultivateurs, un puissant moyen de multiplication de la récolte.

» Les sciences d'observation sont donc conquérantes de la nature vivante au même degré que peuvent l'être les sciences expérimentales.

» Vers la fin du siècle dernier, lorsque Jacobi, transportant dans un vase rempli d'eau ce qu'il avait vu s'accomplir sur les frayères naturelles pendant les pariades des salmonidés, eut opéré la fécondation en exprimant successivement dans le liquide les œufs d'abord, la laitance ensuite, comme le font les femelles et les mâles dans un fleuve, il ne mit pas seulement au service de l'industrie une méthode pour la multiplication indéfinie des espèces utiles à l'homme, pour le croisement forcé des races, la production des hybrides; il créa, pour la physiologie, un instrument nouveau d'investigation qui lui permit de rendre visible le contact des deux substances dans l'acte de la génération, de suivre pas à pas l'influence matérielle de ce contact, et d'établir, par l'observation directe, que l'imprégnation est le mélange de ces deux substances. Ce fut, en effet, vers la solution de ces problèmes que se dirigèrent les efforts des observateurs témoins de cette nouveauté, la plus étonnante peut-être depuis que l'homme se livre à l'étude de la nature.

» Comme les physiciens et les chimistes qui étudient la matière brute et les réactions des éléments dont elle se compose, les physiologistes se trouvèrent désormais, grâce à cette découverte, en mesure de séparer dans des récipients les diverses parties de la semence, de les appliquer isolément l'une après l'autre sur les œufs, et de déterminer, par voie expérimentale, si l'une d'elles n'était pas exclusivement investie d'un privilége dont les autres ne seraient qu'un moyen accessoire de transmission, ou bien si elles ne se confondraient pas toutes dans un même acte et dans une même œuvre. Mais l'instrument d'investigation qui donne à l'homme ce pouvoir sur la vie, c'est à une étude d'histoire naturelle que la physiologie en est redevable.

» Les sciences d'observation sont donc conquérantes de la nature vivante, au même degré que peuvent l'être les sciences expérimentales.

» Quand, en Écosse et en Irlande, les naturalistes eurent constaté qu'aux époques de la reproduction, le saumon remontait toujours vers les sources pour déposer sa progéniture en des eaux limpides, et que, parvenu au pied des cataractes infranchissables, il essayait inutilement de passer outre, on réduisit, pour favoriser cet instinct, les grandes chutes en une série de cascades de hauteur égale à celles que l'animal voyageur avait pu franchir avant d'arriver jusque-là, le conduisant ainsi, à l'aide de ces échelles, dans des rivières supérieures où il n'avait jamais existé et qui en sont peuplées

maintenant. Une simple étude des instincts de cette espèce précieuse, l'a placée sous l'empire de l'homme, qui la dirige, à son gré, comme il dirige un animal domestique.

» Les sciences d'observation sont donc conquérantes de la nature vivante, au même titre que peuvent l'être les sciences expérimentales.

» M. Claude Bernard dit avec raison que l'anatomie n'est qu'une des nombreuees sciences auxiliaires de la physiologie. On pourrait, avec tout autant de fondement, dire que la physiologie expérimentale n'est elle-même qu'un des auxiliaires des sciences d'observation, et dans beaucoup de cas qu'un simple moyen de contrôle.

» Ainsi, par exemple, quand l'observation directe m'a appris que chez les Mammifères la fécondation n'est pas un phénomène instantané, mais qu'il faut aux molécules fécondantes dix heures environ pour arriver jusqu'à l'ovaire où se fait l'imprégnation, je sais d'avance qu'en plaçant une ligature vers le milieu de la trompe cinq ou six heures après l'accouplement j'empêcherai le phénomène de s'accomplir. Or, quel sera ici le rôle de l'expérimentateur qui intercepte le passage? Il se bornera simplement à contrôler ce que l'observation directe avait déjà démontré.

» Donc vouloir, comme l'a tenté M. Claude Bernard, séparer l'observation de l'expérience, qui n'est qu'un des moyens d'investigation de l'observation, est une entreprise contraire à la nature des choses, et qu'une saine philosophie ne saurait admettre.

» Les auteurs du *Dictionnaire de l'Académie française* n'ont pas commis cette faute, quand ils ont défini l'esprit d'observation : *savoir remarquer les causes et les effets des phénomènes*. Or des sciences qui tiennent compte des causes et des effets des phénomènes sont, par cela même, des sciences essentiellement explicatives et conquérantes de la nature. »

M. Claude Bernard répond :

« En entendant la lecture que M. Coste vient de faire devant l'Académie, j'avoue que je n'ai pas compris sur quoi sont fondées les critiques qu'il m'adresse. Aussi n'aurai-je que peu de choses à dire.

» M. Coste, d'un côté, ne trouve pas de différence entre l'observation et l'expérience, et cependant, d'autre part, il en parle comme de deux choses distinctes, qu'il ne définit pas, il est vrai. Il résulte de là une confusion complète, et toute son argumentation consiste à citer des *expériences* auxquelles il donne le nom d'*observations*, et *vice versâ*.

» Quant aux faits, les sciences d'observation ne se séparent réellement pas des sciences d'expérimentation; c'est seulement la méthode d'investi-

gation qui se modifie. Toutes les sciences commencent nécessairement par l'observation simple et contemplative; ce n'est qu'après avoir constaté les faits qu'on en cherche l'explication, en les rapprochant d'autres faits qui s'y rattachent ou qui en découlent. Tant que l'observation simple des phénomènes, faite dans les conditions naturelles, est possible, nous la poursuivons; quand nous l'avons épuisée, nous recourons à des moyens artificiels : nous armons et nous amplifions nos sens à l'aide d'instruments divers pour pénétrer dans l'intérieur des corps afin d'y observer des phénomènes qui nous sont naturellement cachés. Nous ne nous bornons plus à observer les phénomènes tels que la nature nous les offre et en les attendant du hasard, mais nous les provoquons et nous en faisons même apparaître de nouveaux, dans des conditions déterminées dont nous nous rendons maîtres et que nous faisons varier suivant l'idée expérimentale préconçue qui nous dirige. Alors nous faisons réellement des expériences; toutefois, les faits dont nous créons ou provoquons ainsi expérimentalement l'apparition ne diffèrent pas au fond des faits d'observation. J'ai défini ailleurs l'expérience *une observation provoquée*, ce qui veut dire en d'autres termes qu'elle ne s'est pas présentée spontanément ou naturellement (1). Mais pour obtenir convenablement ces expériences destinées à vérifier ou à juger les hypothèses que nous formons sur les causes prochaines des phénomènes, nous nous guidons d'après les principes de la méthode expérimentale dont M. Coste ne paraît tenir aucun compte. Tout le génie de l'expérimentateur consistera donc à déterminer l'apparition d'un fait d'observation, dans les conditions où il sera le plus propre à éclairer le problème scientifique dont il cherche la solution; sous ce rapport l'esprit d'observation et l'esprit expérimental se rapprochent et se confondent, parce que l'observation et l'expérience se retrouvent dans les deux ordres des sciences, mais dans un ordre différent de subordination.

» Dans les êtres organisés, nous ne pouvons arriver à l'explication des phénomènes de la vie que par la connaissance des propriétés de tissus ou d'organes qui sont en général cachés à nos regards et inaccessibles à la simple observation. Ici l'observation ne suffit pas, et nous nous trouvons obligés de recourir à l'expérimentation, qui va plus loin dans l'étude des phénomènes, en nous faisant pénétrer dans le milieu intérieur des organismes complexes.

» L'expérimentation physiologique perfectionnée réalise chaque jour des

(1) *Introduction à l'étude de la Médecine expérimentale*, p. 35 et suivantes; 1865.

découvertes qui ne seraient pas possibles sans elle. C'est pour cela que cette science accomplit des progrès surprenants, qu'il n'est heureusement au pouvoir de personne d'arrêter. La physiologie expérimentale est donc une science moderne marchant en avant à la conquête des connaissances qui nous restent à acquérir sur les mécanismes des divers phénomènes de la vie.

» Chaque science se distingue par la nature du problème spécial qu'elle poursuit; mais, en outre, les sciences expérimentales se caractérisent par ce fait qu'elles se rendent maîtresses (1) des conditions dans lesquelles se manifestent les phénomènes de la nature. C'est en ce sens qu'elles sont plus actives et plus conquérantes que les sciences d'observation qui poursuivent d'ailleurs d'autres problèmes. Je considère la physiologie comme une science expérimentale se séparant, sous ce rapport, des sciences naturelles d'observation. En effet, il y a pour le moment deux grands groupes de sciences : les unes éminemment expérimentales, telles que la physique, la chimie et la physiologie; les autres, beaucoup plus essentiellement d'observation, telles que la géologie, la zoologie et la botanique proprement dites.

» L'astronomie est une science d'observation parce qu'il nous est impossible de nous rendre maîtres des conditions dans lesquelles se passent les phénomènes astronomiques. C'est l'opinion de Laplace quand il dit : « Sur la terre, nous faisons varier les phénomènes par des expériences; » dans le ciel, nous déterminons avec soin ceux que nous offrent les mou» vements célestes (2). »

M. **Daubrée** fait l'observation suivante :

« La géologie vient d'être prise comme exemple d'une science purement d'observation.

» Il convient de remarquer qu'après s'être en effet bornée à l'observation simple de la nature, elle est entrée dans la voie expérimentale dès le commencement de ce siècle. On sait comment Sir James Hall, cherchant à contrôler les idées théoriques que Hutton, son maitre, venait de déduire si hardiment de ses persévérantes observations dans les montagnes de l'Écosse, recourut aux procédés expérimentaux. Il fit à ce sujet deux séries d'expériences qui sont devenues classiques, l'une explicative du contournement des strates, l'autre de la cristallisation de la craie sous la double influence de la chaleur et de la pression.

---

(1) Scientifiquement et pas seulement d'une manière empirique.

(2) Laplace, *Système du monde*, ch. II.

» Depuis lors, et surtout dans les derniers temps, ces expériences se sont multipliées pour éclairer l'histoire des phénomènes géologiques de tout ordre, chimiques, physiques ou mécaniques.

» La fécondité déjà si bien reconnue de cette nouvelle voie, bien que la science y soit à peine engagée, indique que la géologie est arrivée à cette seconde période, où toute science, pour se compléter, devient expérimentale. »

« **M. Chevreul** pense, comme M. Daubrée, que la géologie est accessible à l'expérience (1); il pense, de plus, que les *sciences* dites d'*observation et de raisonnement*, telles que les sciences naturelles, deviendront plus tard expérimentales; c'est une affaire de temps.

» Toute science dont le but est de connaître le *concret* a commencé par la simple observation, et les objets de son ressort ont d'abord été simplement décrits; mais les observations s'étant multipliées, des sciences plus ou moins distinctes à l'origine se sont rapprochées, se sont unies même. Il en est qui ont conservé leur caractère spécial, telle que la chimie dont l'objet est de *réduire la matière en types distincts ou espèces définies par des propriétés physiques, chimiques et organoleptiques.* Si toutes les sciences procèdent par les deux facultés de l'esprit humain, l'analyse et la synthèse, la chimie seule réalise sous la forme concrète les opérations que l'esprit avait conçues. Ainsi, les résultats concrets de l'analyse chimique sont moins complexes que n'était la matière soumise à l'expérience, et le produit concret de la synthèse chimique est plus complexe que n'étaient les matières soumises à l'expérience.

» Par cette correspondance intime de l'analyse et de la synthèse chimiques avec l'analyse et la synthèse mentales qui ont présidé à la réalisation sous la forme concrète des produits des premières, on trouve le moyen de contrôler la composition chimique des corps au point de vue de leur simplicité ou de leur complexité, tandis que le même moyen manque aux sciences qui ne recourent qu'à l'analyse et à la synthèse mentales. En effet, l'*analyse chimique servant de contrôle à la synthèse chimique et celle-ci à la pre-*

(1) *Lettres à M. Villemain*, p. 27, 28, 29; Paris, 1856.

« ... La méthode expérimentale ainsi définie est applicable au *groupe des sciences* » dites *d'observation et de raisonnement*, telles que la géologie, la botanique et la zoologie, » ces sciences n'étant, selon moi, qu'à un premier degré de développement, lorsque je considère la complexité du but où elles tendent; elles deviendront plus tard *sciences d'observation, de raisonnement et d'expérience....* »

mière, il n'est pas étonnant que M. Chevreul, frappé de l'*utilité de ce contrôle pour assurer le progrès de la vérité,* ait distingué l'*induction théorique* déduite de la simple observation d'un phénomène naturel, et même du résultat d'une expérience immédiate, d'avec l'*induction théorique* que l'on a soumise à des expériences instituées conformément à l'intention expresse d'en contrôler la vérité.

» Toute explication *théorique* en dehors de ce contrôle, lors même qu'elle résulte de l'expérience, ne peut donc être reçue comme expression de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, telle que M. Chevreul vient d'en rappeler la définition.

» M. Chevreul, en disant que les *sciences d'observation et de raisonnement* deviendront plus tard *expérimentales*, est dans le vrai ; car la distinction des sciences en groupes divers, conséquence réelle de la faiblesse de l'esprit humain, peut par là même être citée comme preuve de cette faiblesse. Dès lors, en y réfléchissant, on verra que cette distinction, loin de se maintenir, ira en s'affaiblissant de plus en plus à mesure du progrès des connaissances.

» Comment admettre l'opinion contraire, lorsque les êtres vivants sont constitués par de la matière, que l'étude des propriétés de cette matière appartient essentiellement à la chimie et à la physique, sciences expérimentales par excellence, et que l'intervention de ces sciences est indispensable à l'histoire des plantes et des animaux. Enfin la part de l'expérience dans les progrès des sciences médicales, agricoles et horticoles, qui se composent d'éléments empruntés aux autres sciences, et qui, sous ce rapport, diffèrent tant de la chimie, n'est-elle pas une preuve encore de l'heureuse intervention de l'expérience dans la connaissance des êtres vivants !

» Si donc aujourd'hui l'expérience ne s'applique pas à tous les cas possibles du ressort de ce groupe de sciences, hâtons l'époque où l'application en sera possible; et en attendant pénétrons-nous de l'esprit de la *méthode* A POSTERIORI *expérimentale*, en soumettant toute *induction théorique,* fruit de la simple observation, à un système de propositions instituées de manière à correspondre au contrôle de l'expérience défini par cette méthode (1). »

---

(1) Depuis longtemps M. Chevreul a cité comme exemple les *preuves* que l'on fait en arithmétique pour vérifier les produits d'une *addition* et d'une *multiplication* et les résultats d'une *soustraction* et d'une *division*.

SÉRICICULTURE. — *Maladie des vers à soie*. Lettre de **M. Pasteur** à M. Dumas.

« Ce 24 juin, à Paillerols, commune des Mées (Basses-Alpes).

» Je suis depuis quinze jours dans les Basses-Alpes où j'assiste M. Raibaud-Lange dans le vaste grainage qu'il effectue de nouveau cette année, d'après mon procédé. Grâce à l'obligeance de M. le Président du Comice d'Alais, je viens de recevoir le *Compte rendu* de la séance de l'Académie des Sciences du 8 juin, où je lis une Note de M. Béchamp relative à la maladie des morts-flats.

» Vous savez que j'ai, le premier, appelé l'attention des éducateurs sur l'influence de cette maladie, et que, le premier également, j'ai démontré qu'elle était indépendante, en fait, de celle des corpuscules.

» Maître de cette dernière maladie, ce dont les éducations de cette année ont donné les preuves les plus éclatantes, je devais porter toute mon attention sur celle des morts-flats, que, le premier encore, vous le savez, j'ai démontré être héréditaire dans certains cas déterminés.

» J'ai communiqué les principaux résultats de mes observations de cette année au Comice d'Alais par une Note lue en séance publique, le 1er juin, en présence d'un nombreux concours d'éducateurs, réunis dans la grande salle de la mairie. Permettez-moi de vous prier de vouloir bien faire insérer, dans le plus prochain numéro des *Comptes rendus* de l'Académie, le texte complet de cette Note, dont je vous adresse un exemplaire, extrait du *Bulletin du Comice agricole d'Alais*. »

SÉRICICULTURE. — *Note sur la maladie des vers à soie désignés vulgairement sous le nom de* morts-blancs *ou* morts-flats; *par* **M. Pasteur**.

« Mes études de cette année devaient porter plus particulièrement sur la maladie des morts-flats, que j'ai le premier signalée à l'attention des éducateurs, comme intervenant pour une part importante dans les désastres actuels de la sériciculture.

» Lorsque les vers sont atteints de cette maladie d'une manière apparente, qu'ils ne mangent plus ou très-peu, qu'ils se montrent étendus sur les bords des claies, ou lorsqu'ils viennent de succomber, les matières qui remplissent leur canal intestinal renferment des productions organisées diverses, qu'on ne rencontre pas dans les vers sains. Ces organismes sont : 1° des vibrions, souvent très-agiles, avec ou sans points brillants dans leur intérieur ; 2° une monade à mouvements rapides ; 3° le *Bacterium termo*,

ou un vibrion très-ténu qui lui ressemble; 4° un ferment en chapelets de petits grains, pareil d'aspect à certains ferments organisés que j'ai rencontrés maintes fois dans mes recherches sur les fermentations. Ces productions sont réunies dans le même ver, d'autres fois plus ou moins séparées. Celle qui se montre le plus fréquemment, au moins dans le cas que je vais indiquer tout à l'heure, est ce ferment en chapelets flexibles de deux, trois, quatre, cinq... grains sphériques, d'une parfaite régularité. Ce ferment, ou une production toute semblable, est décrit ou dessiné dans plusieurs de mes Mémoires relatifs aux fermentations. Le diamètre des grains est à peu près d'un millième de millimètre. On peut le déduire de la longueur d'un chapelet formé de plusieurs grains, divisée par le nombre de ces grains. La mesure ainsi faite, et qui comprend l'intervalle de deux grains, outre le diamètre de ces grains, est égale à $0^{mm},0015$ environ.

» J'ai démontré récemment que la maladie des morts-flats pouvait être héréditaire. On s'en convaincra facilement en répétant mes expériences.

» Prenez dans une éducation fortement atteinte de cette maladie des cocons bien formés, renfermant des chrysalides d'un aspect très-sain, et soumettez-les au grainage, en vous assurant que les papillons sont exempts de la maladie des corpuscules : vous reconnaîtrez, l'année suivante, que la maladie des morts-flats fera périr les vers issus de la graine dont il s'agit. La maladie des morts-flats peut donc être constitutionnelle et héréditaire dans certaines graines. D'ailleurs, qu'elle frappe accidentellement des éducations de graines très-saines par suite de fautes commises dans ces éducations, ou de circonstances inconnues, ou qu'elle sévisse héréditairement, cette maladie se montre avec une intensité très-variable. Les échecs sont absolus ou partiels, mais généralement, lorsqu'une chambre ne périt pas tout entière aux atteintes de la maladie des morts-flats, il est facile de reconnaître que les vers survivants, lorsqu'ils montent à la bruyère, ou lorsqu'ils commencent à filer leurs cocons, ont des mouvements très-lents. On les dirait sous l'influence du mal qui en fait succomber un certain nombre, bien qu'ils fassent des cocons, que ces cocons puissent être d'un bel aspect et fournir des papillons paraissant très-sains. Il y a plus, je pourrais citer des exemples dans lesquels j'ai vu presque tous les vers d'une éducation former leurs cocons, mais en présentant la langueur dont je parle. Ce sont des vers malades, mais pas assez pour qu'il leur soit impossible de monter à la bruyère. Toutefois, on rencontre alors beaucoup de cocons *fondus*.

« Cela étant, je me suis demandé si les vers des chambrées atteintes de

morts-flats, et qui néanmoins sont capables de faire des cocons et de se transformer en chrysalides et en papillons, ne porteraient pas en eux-mêmes les organismes dont j'ai parlé et qui sont propres à tous les vers assez malades pour succomber avant de pouvoir filer leur soie? Ces prévisions se sont réalisées.

» Voici ce que l'on observe toutes les fois que l'on a affaire à des éducations frappées de la maladie des morts-flats, et dont les sujets survivants fourniraient nécessairement, ainsi que je l'ai précédemment expliqué, une graine constitutionnellement atteinte de cette maladie. Le contenu du canal intestinal de la chrysalide, au lieu d'être formé, comme dans les chrysalides saines, de granulations amorphes, est rempli de ces petits chapelets de grains sphériques que j'ai décrits précédemment. En faisant ces observations, je croyais revoir quelques-unes de mes anciennes préparations relatives aux fermentations. On n'aperçoit ici ni bactériums, ni vibrions, ni monades.

» Lorsque l'on étudie, dans les conditions précédentes, les chrysalides d'éducations atteintes à un faible degré de la maladie des morts-flats, il faut en général en ouvrir plusieurs avant d'en trouver une qui offre le caractère dont il s'agit. Enfin, dans les cocons des bonnes éducations, où rien ne dénote l'existence de la maladie, le petit organisme dont il s'agit paraît tout à fait absent.

» Rien ne démontre encore que ces sortes de ferments dont je viens de parler soient la cause de la maladie des morts-flats. Ils ne sont peut-être que le résultat nécessaire d'un trouble profond dans les fonctions digestives. L'intestin venant à ne plus fonctionner par quelque circonstance inconnue, les matières qu'il renferme se trouvent alors placées comme dans un vase inerte.

» J'ai introduit dans un vase des feuilles de mûrier broyées avec de l'eau, et, au bout de vingt-quatre heures déjà, elles ont commencé à fermenter en montrant précisément les mêmes organismes que ceux que j'ai décrits.

» Je terminerai par une indication qui paraîtra fort extraordinaire; pourtant, comme ce n'est pas une opinion, mais un fait que j'ai à communiquer au Comice, je me hasarde à le publier, tout incomplet et tout singulier qu'il me paraisse à moi-même.

» Le 29 mars, à 8 heures du matin, j'ai placé sous une cloche de verre, en plein soleil, une boîte de carton renfermant une graine à cocons jaunes. La boîte était renfermée elle-même dans un sac de papier avec un thermomètre dont le réservoir touchait la boîte et dont la tige dépassait le

bord du sac, ce qui permettait de lire la partie haute de la graduation. La cloche est restée au soleil, à la même place, jusqu'au lendemain 30 mars à midi. Le 29, le thermomètre est monté à 27° Réaumur, et le 30, à 32°. Dans la nuit du 29 au 30, à deux heures et demie du matin, il est descendu à 2° Réaumur. La boîte contenant la graine a été apportée, le 30 mars à midi, dans une petite chambre où se trouvait, dans une autre boîte pareille à la première, le même poids de la même graine; cette chambre était alors à la température de 13° Réaumur, laquelle a été élevée d'un degré par jour jusqu'au moment de l'éclosion. Les deux graines ont commencé à éclore le même jour, le 13 avril. Ce jour-là à midi, on a fait une levée de vers dans l'une et l'autre boîte. L'éclosion a été terminée de part et d'autre le 14. Dans la boîte chauffée sous la cloche, il est resté cinquante œufs sans éclore, et dix seulement dans l'autre. Chaque lot de graine pesait un demi-gramme. J'ai élevé des portions égales de vers recueillis le 13 avril à midi; ils étaient placés dans deux paniers qui n'ont cessé d'être côte à côte, les repas donnés aux mêmes heures avec la même feuille. La graine qui n'a pas été chauffée m'a offert de la quatrième mue à la montée huit morts-flats sur un total de cent vers; l'autre, au contraire, n'en a pas offert un seul. Tous les vers de ce second panier, sans exception, ont fait leurs cocons et sont montés à la bruyère environ douze heures avant ceux de l'autre panier. Dans les premiers temps de l'éducation, il m'a paru qu'il y avait quelques vers un peu plus petits, mais en très-faible nombre, dans le panier de la graine chauffée. Cette inégalité, d'ailleurs à peine sensible, a disparu pendant l'éducation, excepté pour un seul ver, qui, néanmoins a parfaitement mûri et fait son cocon. Est-ce une illusion de ma part? J'ai cru remarquer que les vers issus de la graine qui avait séjourné sous la cloche avaient une vigueur plus accusée que les vers de l'autre essai.

» Je m'abstiens de toute réflexion sur l'observation qui précède; je ne la publie qu'à titre de renseignement pour l'avenir. En ce qui me concerne, je ne la perdrai pas de vue et je multiplierai les expériences, afin d'en mieux connaître la signification et l'importance pratique, si toutefois elle en a une. »

SÉRICICULTURE. — *Production de graines de vers à soie exemptes de germes corpusculeux; par* **M. Marès.**

« J'ai eu, cette année, l'occasion de faire une série d'éducations avec la même graine de vers à soie, et d'en observer les larves, les chrysalides et les

papillons, au point de vue du développement des corpuscules dont ces insectes sont actuellement le siége, et de la maladie dont ils sont attaqués. Les résultats de ces éducations m'ont paru offrir quelques indications relativement aux conditions les plus propres à reproduire facilement des graines saines, et font l'objet de cette Note.

» Ayant suivi avec le plus vif intérêt les beaux travaux de M. Pasteur sur la maladie des vers à soie, et m'inspirant de ses idées sur les garanties que doivent offrir les œufs de ces insectes pondus par des papillons vigoureux et exempts de corpuscules, j'ai élevé en 1868 des vers à soie de race jaune de pays, dont les graines m'ont été remises par M. Raybaud-Lange, et qui avaient été obtenues par lui au moyen du procédé de sélection fondé sur l'emploi du microscope, ainsi que l'a indiqué M. Pasteur.

» Un kilogramme de ces graines, divisé en deux éducations, l'une de 625 grammes (soit 25 onces), l'autre de 375 grammes (soit 15 onces), et faites l'une et l'autre aux environs de Montpellier, mais dans des directions différentes, éloignées de 25 kilomètres, ont complétement réussi au point de vue industriel (1), et ont confirmé la justesse des vues de M. Pasteur. Ce résultat est d'autant plus remarquable que les graines de pays ont généralement échoué. On peut juger ainsi des immenses services que la sériciculture est appelée à retirer d'un procédé de sélection destiné à paralyser, sinon à supprimer, la production des graines défectueuses.

» Mais si la réussite pour la production des cocons a été complète, il n'en a pas été de même pour la production d'une graine saine. La plupart des lots de cocons tirés de ces belles chambrées pour le grainage ont donné des papillons de belle apparence, qui ont beaucoup grainé, mais que le microscope a fait connaître comme corpusculeux : aussi les graines qui en proviennent doivent-elles être considérées comme suspectes.

» Un pareil résultat a été si fréquemment constaté depuis quelques années, dans les conditions actuelles de la maladie des corpuscules, qu'il est de ceux auxquels on devait s'attendre. Mais si, considéré isolément, il ne présente pas d'intérêt spécial, il n'en est pas de même quand on le rapproche d'autres résultats fournis par la même graine, élevée dans d'autres conditions.

» Ce sont les suivants : 1° je remis un échantillon de cette graine, pour

(1) Les quantités de cocons obtenues ont été, pour l'éducation de 25 onces faite chez moi, à Laussac, de 910 kilogrammes, et pour celle de 15 onces faite chez mon frère, à Saint-Gely-du-Fescq, de 575 kilogrammes.

être essayée en hiver à la magnanerie expérimentale de Ganges, à son directeur M. le comte de Rodez. Les vers se comportèrent parfaitement, et reçurent la bruyère le 22 mars dernier. Sur 100 graines, on obtint 98 cocons, qui furent tous considérés comme filés par des vers sains et vigoureux.

» 2° Le 15 mars, je retirai de cette graine un deuxième échantillon d'un demi-gramme environ, et je le mis à éclore. Les vers naquirent dans les premiers jours d'avril et furent élevés dans la chambre à éclosion, où le 7 avril on porta les 625 grammes d'œufs de la grande éducation.

» Cette petite division de vers s'est parfaitement comportée. Il ne s'en est pas perdu, car les retardataires, mis de côté, ont fait leurs cocons sans maladie. Les vers sont montés du 6 au 8 mai, et ont produit 950 cocons. Conservés pour graine, les papillons sont nés du 26 au 29 mai. Sur plus de 100 vers examinés au microscope et pris au hasard, il s'en est trouvé *trois* de corpusculeux, à raison de 50 à 100 corpuscules par champ. Quelques vers de cette petite division, isolément élevés, chez moi et chez ma mère, à Montpellier, quinze jours avant la montée, et nourris de feuilles de provenances diverses, ont tous donné, après la ponte, des papillons, soit mâles, soit femelles, exempts de corpuscules.

» 3° Dans la grande éducation dont la graine fut mise à éclore le 7 avril, une petite division, qui a produit 20 kilogrammes de cocons, a été conduite séparément dans la chambre d'éclosion. Les vers montèrent du 18 au 20 mai, par un temps très-chaud. On trouva quelques gras au moment de la montée, mais en quantité insignifiante. Après la montée, je trouvai pour la première fois quelques retardataires tachés ou pélerinés, et je les reconnus corpusculeux, mais leur nombre était très-petit. Une partie des cocons a été réservée pour graine. Sur 1000 papillons, j'en ai examiné plus de 100 au microscope; il s'en est trouvé les $\frac{2}{3}$ de corpusculeux, à raison de 150 à 500 corpuscules par champ.

» 4° Dans la grande éducation, conduite dans une magnanière divisée en deux pièces, les vers montèrent très-bien du 21 au 24 mai. Après la quatrième mue (du 12 au 14 mai), l'éducation marchait si bien, qu'en enlevant les litières on n'y trouvait aucun vers malade d'une maladie quelconque (1). A peine y restait-il quelques retardataires. A la montée, il y

---

(1) Je trouvai deux muscardins et quelques petits, que je reconnus exempts de corpuscules, dans des litières occupant dans les magnanières plus de 400 mètres carrés. Je n'y trouvai ni gras ni morts-flats. A la montée, cette dernière maladie s'est à peine montrée.

eut quelques gras, et, pour la première fois, çà et là, quelques pélerinés, corpusculeux. Ils étaient plus nombreux dans les dernières divisions, qui montèrent du 23 au 24 mai.

» Quelques petits lots de beaux cocons ont été prélevés sur la grande chambrée pour en faire grainer les papillons. Ayant examiné ces derniers à diverses reprises, je les ai reconnus corpusculeux, à raison de 20 sur 21, et la plupart des champs observés ont présenté de 500 à 2000 corpuscules.

» 5° Sur la grande chambrée, deux petits lots de vers furent prélevés, le 1[er] et le 2 mai, dans le troisième âge, et élevés à Montpellier, l'un chez moi, l'autre chez ma mère, avec les soins les plus minutieux. L'un de ces lots a donné 700 cocons et l'autre 560. Tous les deux ont été gardés pour graine. Ces vers ont parfaitement marché; néanmoins j'ai trouvé dans chaque lot deux retardataires légèrement pélerinés, corpusculeux, et, en outre, dans le mien (de 560 cocons) il y eut deux gras à la montée.

» Celui de 700 cocons, arrivé à la bruyère le premier, du 21 au 23 mai, a donné des papillons presque tous exempts de corpuscules. Sur 100 que j'en ai examinés au hasard, 5 ont été trouvés corpusculeux, à raison de 150 à 250 corpuscules par champ.

» Le lot de 560 cocons, auprès duquel j'avais eu l'imprudence de mettre quelques vers malades, dont j'avais formé une petite infirmerie, monta du 24 au 27 mai. Sur 100 papillons examinés j'en ai trouvé 10 de corpusculeux, à raison de 110 à 500 corpuscules par champ en moyenne.

» 6° Des faits analogues se sont passés chez mon frère (1); quelques vers que son magnanier fit éclore en mars donnèrent au commencement de mai des papillons que j'ai reconnus *tous* exempts de corpuscules. *Tous* les papillons provenus des lots de sa grande éducation, gardés pour graine, ont été reconnus comme très-corpusculeux. Il est vrai qu'à la distance de quelques centaines de mètres de ses magnanières, et sous le vent régnant habituellement, se trouvait une éducation de 75 grammes très-corpusculeuse, qui a pu être pour ses vers un foyer d'infection, auquel les miens n'ont pas été exposés.

» Ces diverses éducations d'une même graine me paraissent présenter, au point de vue de l'invasion des corpuscules, une gradation marquée.

» En laissant de côté l'essai précoce de la Magnanerie expérimentale, dont les papillons ne furent pas examinés au microscope, nous voyons une première petite éducation, plus précoce que les grandes chambrées, mais

(1) C'est chez lui que s'est faite l'éducation de 375 grammes de graine.

conduite à une époque où l'on trouve déjà des feuilles de mûrier en abondance dans tous les terrains chauds et abrités, donner des papillons à peu près exempts de corpuscules, et qui se trouvent dans les meilleures conditions pour pondre les graines destinées à former les futures éducations de l'année suivante. Pourvu qu'on parte de graines non corpusculeuses (ce qui est aujourd'hui très-facile), la réussite de ces petites éducations précoces me paraît certaine.

» Les petites divisions de vers qui viennent après la petite éducation précoce, et en même temps que les grandes chambrées, donnent des papillons plus corpusculeux, malgré les soins dont ils sont l'objet, et leur nombre est beaucoup plus grand ; ainsi il est double et même triple.

» Sous l'influence des grandes éducations et de l'accumulation de vers qui en résulte, on voit, à l'époque ordinaire où on les fait, le corpuscule envahir presque tous les papillons. Cependant quelques jours auparavant, au moment de la montée, on ne trouvait que fort peu d'individus corpusculeux dans ces mêmes chambrées, soit parmi les vers, soit parmi les chrysalides.

» Je dois ajouter qu'ayant eu l'occasion de visiter à Montpellier plusieurs petites éducations de graines distribuées par 5 grammes à la fois, et issues de papillons exempts de corpuscules, je les ai trouvées réussies quant aux cocons; mais au moment de la montée j'ai toujours reconnu, parmi les retardataires, des vers pélerinés corpusculeux. Plus tard l'inspection des papillons a démontré que les corpuscules les avaient envahis dans la proportion de 20 à 65 pour 100 des individus examinés. Les vers de ces graines sont montés du 15 au 20 mai; il est probable que leur éducation, avancée de huit à quinze jours, aurait donné des papillons bien moins atteints de corpuscules.

» On a souvent parlé de l'heureuse influence de la précocité des éducations sur leur réussite; les résultats qui viennent d'être cités montrent que cette opinion est fondée. Dans le courant d'une pratique déjà longue, j'ai eu souvent l'occasion de m'en assurer, en observant aussi l'influence de l'élévation générale de la température, dans la dernière quinzaine de mai et le courant de juin, sur les maladies du ver à soie et sur l'activité de leur propagation (1). Mais alors nous manquions de faits comparables comme ceux de cette année, et nous étions dépourvus des moyens d'observation

(1) Tous les magnaniers savent combien il est dangereux de retarder l'éducation des vers à soie, et d'arriver à la montée à l'époque des chaleurs.

qui permettent de contrôler l'état du papillon après sa ponte et même après sa mort. Nous croyons donc les faits que nous signalons susceptibles d'être mis à profit par la pratique, pour la facile reproduction des graines saines et exemptes de corpuscules. Les éducations de vers desquelles on peut tirer des papillons reproducteurs sont rares, si on les cherche parmi celles qu'on fait à l'époque ordinaire, surtout si les chaleurs sont précoces comme cette année; elles sont, au contraire, communes si, partant de graines non corpusculeuses, on les conduit plus tôt et au moment où les chaleurs sont seulement suffisantes pour développer la végétation du mûrier.

» L'époque qui nous paraît la plus favorable, sous le climat de Montpellier, pour mettre à éclore les œufs destinés aux petites éducations de graines, est, selon les années, la première quinzaine de mars. On peut alors obtenir la montée des vers dans les premiers jours de mai. Le papillonage et le grainage ont lieu quinze jours après, à une époque de l'année où les chaleurs ne se font pas encore sentir, et où elles ne compliquent pas encore les difficultés de l'éducation des vers.

» Ces petites éducations devront être faites dans des locaux spéciaux, qui leur seraient exclusivement destinés. Il ne faudrait pas y élever, plus tard, d'autres vers, pour ne point y accumuler les germes d'infection qui jouent un rôle si actif dans le développement des maladies du ver à soie. On devrait se borner à y élever la quantité de vers strictement nécessaire pour reproduire les graines dont on croit avoir besoin pour l'année suivante. En isolant par couples les papillons d'un certain nombre de pontes, et en les examinant ensuite au microscope pour séparer tout ce qui est corpusculeux, il est facile de se procurer, dans chaque petite éducation précoce, des graines tout à fait exemptes de germes corpusculeux, et d'en faire la base des éducations futures. »

M. Dumas signale à l'Académie, parmi les documents qui témoignent des bons résultats obtenus par l'emploi des procédés de M. Pasteur, la Lettre suivante, tirée du journal *le Var* du 14 juin et adressée à M. Pasteur le 8 juin, par *M. Pierrugues,* maire de Callas (Var); cette Lettre constate une fois de plus comment notre éminent confrère a pu prédire avec certitude les résultats des éducations réalisées avec des graines soumises à son examen :

« Monsieur, la campagne séricicole touche à sa fin dans ma commune : je suis donc en mesure de vous faire connaître le résultat des éducations

faites avec les graines n° 1 et n° 2 que, sur ma demande, vous avez bien voulu soumettre à un examen microscopique.

» Dans l'intérêt de la sériciculture de notre département, vous daignâtes consigner les déductions pratiques fournies par votre examen dans une Lettre qui, selon votre désir, fut insérée dans le journal *le Var* du 30 avril et reproduite par un journal de Toulon.

» Comme vous devez bien le penser, l'émotion produite par votre communication fut grande parmi les éducateurs nantis de ces deux sortes de graines ou de l'une des deux. On hésita d'abord sur le parti à prendre : fallait-il ajouter foi aux prévisions de la science? Eh bien, vous l'avouerai-je, l'hésitation ne fut pas de longue durée. Après s'être passé de mains en mains le numéro du journal qui avait reproduit votre Lettre, on finit par se dire que, après tout, le microscope n'était pas infaillible, que les jugements de la science étaient parfois frappés d'appel, etc., etc., et on procéda, comme si de rien n'était, à l'éducation de ces graines, à l'occasion desquelles vous aviez prémuni les éducateurs. Tout au plus si, parmi ces derniers, quelques-uns jugèrent faire acte de prudence en s'approvisionnant d'une faible quantité d'autres graines.

» Il s'en est donc suivi que, selon que vous en exprimiez le désir, mais dans une mesure plus large qu'il ne convenait à l'intérêt des éducateurs eux-mêmes, on a soumis votre jugement à l'épreuve des faits. Eh bien, les faits ont parlé, et, malheureusement pour notre localité, ils n'ont que trop confirmé le verdict que vous aviez porté sur les graines n° 1 et n° 2, soumises à votre examen, dans le courant d'avril dernier.

» Les éducations faites avec ces deux sortes de graines ont complétement échoué; à peine si quelques-unes, réputées les mieux réussies, ont donné de 2 à 6 kilogrammes de cocons par 25 grammes de graines. Que dire des autres, sinon constater des résultats véritablement navrants. Au même moment où je trace ces lignes, je reçois la visite d'un éducateur désolé, qui, m'exhibant un *cocon unique*, m'affirme que c'est là le produit tout entier d'une éducation de 25 grammes de la graine n° 2.

» J'ai, de mon côté, me conformant à vos intentions, fait procéder sous mes yeux à l'éducation de 4 grammes de la graine n° 1, que je croyais excellente, avant l'examen que vous en aviez fait; ni le choix du local, ni la quantité de la feuille, ni les soins les plus minutieux n'ont pu un seul instant arrêter les progrès du mal, dont les symptômes ont apparu dès la première mue. Aujourd'hui, au moment de la montée en bruyères, je conserve à peine une demi-claie de vers, ne devant pas donner plus de $\frac{1}{2}$ kilogramme de cocons.

» Ainsi donc vos appréciations sur les qualités pathogéniques des graines n° 1 et n° 2, après l'examen microscopique du mois d'avril, ont reçu dans cette commune la consécration rigoureuse des faits. Et, s'il ne vous a pas été donné d'épargner à nos éducateurs, pour l'année 1868, des mécomptes que vous aviez prévus d'avance, votre Lettre du 24 avril aura eu ce résultat inappréciable de démontrer aux incrédules que la science, encore impuissante aujourd'hui à guérir le mal, quand il est déclaré, peut du moins le prévenir, en faisant connaître les conditions dans lesquelles il se développe. Et, par suite, j'aime à penser que, dès cette année, on ne procédera dans notre département à aucun grainage, sans avoir préalablement soumis à l'examen microscopique les papillons destinés à la reproduction. Je suis d'autant plus fondé à l'espérer que le Comice agricole de Draguignan, selon l'avis que m'en donne M. le professeur Barles, se trouve, dès à présent, en mesure de soumettre à l'épreuve du microscope les échantillons de cocons qu'on voudra bien lui adresser. »

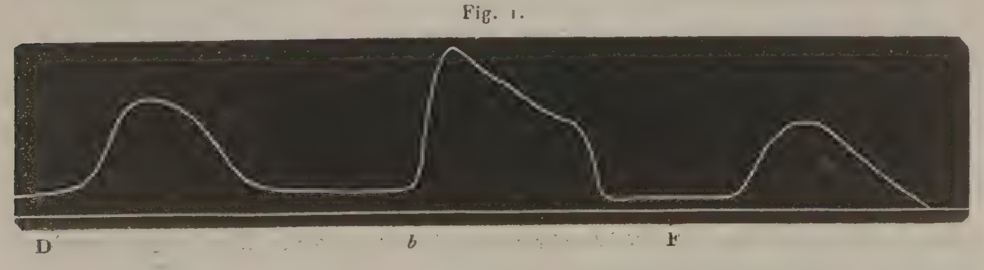
ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète de Winnecke; par le* **P. Secchi.**

« Rome, ce 22 juin 1868.

» La nouvelle comète de M. Winnecke est venue fort à propos pour répéter les observations que j'ai faites sur celle de Brorsen. Cette comète est petite, mais très-brillante; son éclat, à $1^h 30^m$ du matin, était environ celui d'une étoile de sixième grandeur. J'en ai fait une bonne observation au spectroscope, et le résultat que j'ai obtenu me paraît assez intéressant.

» Son spectre, au premier aperçu, avec le spectroscope direct simple, est formé de trois bandes assez vives : celle du milieu, la plus vive, est verte; une autre, assez brillante, se trouve dans le jaune, et la dernière, la plus faible, dans le bleu. Le fond du champ de la lunette est plein d'une faible lumière diffuse. La courbe suivante représente à peu près le degré d'intensité de la lumière.

Fig. 1.



» La position des bandes a été comparée aux raies solaires, au moyen

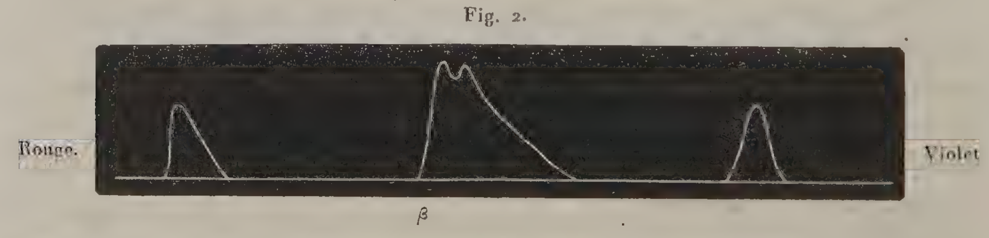
de l'observation précédente de Vénus, et voici le résultat :

	r	
Vénus, raie D	4,29	
Comète	4,68	Commencement de la bande jaune.
Comète	5,29	Fin de la bande jaune.
Vénus, raie (*b*)	5,99	
Comète	5,97	Commencement du vert brillant.
Comète	6,44	Milieu du vert.
Comète	6,97	Fin du vert.
Vénus, raie F	7,11	
Comète	7,86	Maximum de la bande bleue, dont la largeur égale à peu près la jaune.
Vénus, raie G	10,06	

» Il est bon de remarquer que la lumière est très-intense et très-vive au commencement des bandes jaune et verte.

» Ce spectroscope laissait une grande intensité à la lumière; mais aussi, comme il n'a pas de fente, les raies n'étaient pas nettes et se comportaient comme le noyau, qui était diffus aux bords. La lumière de l'auréole cométaire (dans laquelle, avec un grossissement de 300 fois, on voyait des traces de secteurs plus brillants) contribuait encore à rendre les raies moins tranchées. J'ai donc employé le spectroscope à fente; mais, avec le spectroscope à deux prismes très-dispersifs de Hofmann, à vision angulaire, on voyait à peine la bande centrale. En substituant un prisme à vision directe, j'ai obtenu l'image très-nette des trois bandes. La forme de ces bandes était à peu près la suivante, les ordonnées indiquant l'intensité de la lumière :

Fig. 2.



» Ici la forme tranchée du côté du rouge est bien prononcée. Toute lumière intermédiaire a disparu. Mais on avait de la peine à mesurer les raies extrêmes. J'ai réussi facilement, au contraire, à superposer à la ligne plus lumineuse β du vert l'image réfléchie de la fente de mon micromètre. Cette position laissée intacte jusqu'au lever du soleil, on a trouvé qu'elle correspondait à la ligne (*b*) du magnésium à très-peu près. Ce résultat confirme celui des mesures précédentes.

» Cependant l'aspect général du spectre n'est pas celui des métaux, et cette raie n'indique pas certainement la présence de ce métal. En comparant les mesures des autres raies avec les figures des spectres donnés par M. Angstroem, on trouve que le carbure d'hydrogène CH représente très-bien ces groupes en position, de sorte qu'on serait porté à croire que cette substance intervient effectivement dans l'éclat de la comète. Mais je me réserve d'y revenir par des mesures répétées.

» J'ai examiné aussi la polarisation de la comète, et je l'ai trouvée assez sensible dans l'auréole; mais pour le noyau, je n'ai pas trouvé de résultat appréciable. Mon appareil est cependant très-sensible : il se compose d'un faible oculaire positif, d'un grossissement de quatre-vingt-dix fois, qui, avant les lentilles, porte une plaque de quartz faite avec deux morceaux de rotation opposée; après les lentilles est l'analyseur, un prisme de nicol ou un prisme biréfringent à volonté. En divisant l'image du noyau par la ligne de séparation des deux lames, comme par un fil micrométrique, on ne voyait aucune différence de couleur dans les deux moitiés du noyau, tandis que, dans la lumière diffuse du champ, il avait une trace de coloration complémentaire assez sensible. Ainsi la lumière du noyau est de la lumière propre dans sa partie principale.

» Pour revenir au spectre, on voit que, quoique du même ordre que celui de la comète de Brorsen, il est cependant bien différent. La différence dans la bande jaune serait $0^r,76$; dans la verte, $0^r,46$; et dans la bleue, $0^r,49$. Ces différences sont trop considérables pour être attribuées à de simples erreurs d'observation. La lumière verte commence ici près de la raie du magnésium *b*, pendant que celle du spectre de la comète de Brorsen en était très-éloignée.

» La partie la plus brillante m'a paru présenter des discontinuités; mais il est très-difficile de les mesurer exactement. Ce caractère singulier, que la lumière commence par des lignes assez vives et va ensuite en décroissant, est tel, qu'il rappelle à lui seul la lumière d'un corps gazeux. Si la lumière de la comète continue à augmenter, on pourra trancher plusieurs de ces questions. J'ai comparé ces bandes à celles qu'on obtient dans la lumière transmise à travers des verres colorés, ou réfléchie par les matières colorantes les plus pures, mais je n'ai pas remarqué dans les lumières ainsi obtenues la même netteté de contour que dans celle de la comète, de sorte que l'origine en est différente.

» Il y a sans doute une grande difficulté à expliquer comment ces gaz peuvent avoir une lumière propre, mais cette difficulté n'est pas différente

de celle qu'on rencontre pour les nébuleuses. Et j'ajouterai que cette incandescence propre, une fois admise, faciliterait beaucoup l'explication de l'éclat des étoiles filantes, qui ont tant de points communs avec les comètes.

» *P.-S.* — Je crois que M. Huggins trouve maintenant une différence de position entre la raie *f* de Sirius et celle de l'hydrogène. Faute de moyens convenables, je n'ai pas pu faire l'observation de cette position d'une manière *absolue*, mais seulement relative, comme je le disais dans ma communication à l'Académie. Ainsi il n'y a rien d'inexact de mon côté, et la découverte que j'ai annoncée reste tout entière, savoir que, par le changement de place des raies, on peut avoir un indice des mouvements propres. J'espère pouvoir faire ces mesures *absolues* dans peu de temps. »

PHYSIQUE. — *Sur la diathermansie du chlorure de potassium; par* **M. G. Magnus.** (Extrait d'une Lettre à M. Regnault.)

« On trouve maintenant à Stassfurt des cristaux volumineux d'une transparence parfaite; les minéralogistes ont donné à ce minéral le nom de *sylvine*. J'ai reconnu que la sylvine présente les mêmes propriétés que le sel gemme, au point de vue de sa transparence pour la chaleur. Une plaque de sylvine de 26 millimètres d'épaisseur laisse passer 76 pour 100 de la chaleur incidente, exactement la même proportion qu'une plaque de sel gemme de même épaisseur pris à Stassfurt.

» Melloni a trouvé qu'une plaque de sel gemme de $2^{mm},6$, c'est-à-dire du dixième de l'épaisseur de ma plaque de sylvine, laissait passer 92,3 pour 100 de chaleur incidente; une autre plaque qu'il indique comme *louche* n'en laissa traverser que 62 pour 100. Ainsi la sylvine et le sel gemme de Stassfurt présentent, sous une épaisseur dix fois plus grande, une diathermansie moyenne entre celles que Melloni a trouvées sur ses plaques de sel gemme.

» J'ai eu occasion d'essayer une plaque de sel gemme du Wurtemberg qui m'a donné 92,6 pour une épaisseur de 26 millimètres.

» La diathermansie de la sylvine est semblable à celle du sel gemme sous un autre rapport : elle ne varie pas avec la température de la source; je l'ai trouvée la même pour la chaleur émise par une lampe et pour celle qui provenait d'un vase chauffé à 100 degrés. Jusqu'ici le sel gemme était la seule substance douée de cette propriété. »

M. Dumas entretient l'Académie d'une Note qu'il a reçue de *M. Fournet*,

« au sujet du caractère périodique d'une corrélation du sud-est tempêtueux et du sud-ouest orageux. » Dans cette Note, M. Fournet décrit deux tempêtes qui ont affecté le midi de la France, et dans lesquelles il montre l'influence concomitante des vents de sud-est et de sud-ouest.

Mais la circonstance sur laquelle l'auteur insiste le plus, c'est que ces deux bourrasques, avec des caractères identiques, se sont produites, l'une en 1846, l'autre en 1857, et toutes deux entre le 17 et le 19 octobre; M. Fournet trouve dans cette coïncidence une nouvelle preuve à l'appui des lois de périodicité qu'il a déjà mentionnées dans ses Mémoires de 1855 et 1857 :

« ... Ce qui n'est pas aussi sujet à incertitudes, c'est l'identité des dates aux deux époques, quoiqu'elles soient séparées par un intervalle de neuf années. Il devenait donc présumable que l'espèce de déréglement en question était une affaire très-réglée par une de ces lois de périodicité dont j'ai déjà mentionné plusieurs exemples en me basant sur mes courbes de 1855 et 1857 (*Annales de la Société d'Agriculture de Lyon*). En effet, leur inspection démontre bientôt que le 17 octobre est un moment de crise caractérisé par ses températures, par ses pluies et ses orages, de sorte qu'il sera désormais facile de trouver un bon nombre d'autres exemples à l'appui de mes indications actuelles. »

M. **Frankland** adresse à l'Académie une Note, écrite en anglais, sur « la combustion de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone dans l'oxygène sous de hautes pressions ». Cette Note, parvenue à M. le Secrétaire perpétuel peu de temps avant la séance, n'a pu être traduite : elle sera insérée dans un des prochains *Comptes rendus*.

« M. **Becquerel** a la douleur d'annoncer à l'Académie que M. Matteucci a succombé le 25 juin à une attaque d'apoplexie, à l'Ardenzo, près de Livourne, où il était allé depuis peu de jours, dans l'espoir de rétablir sa santé. M. Matteucci était un des savants les plus éminents de l'Italie; ses recherches incessantes en électricité ont attaché son nom à toutes les découvertes qui ont été faites dans cette partie de la physique depuis quarante ans. L'électrophysiologie surtout lui doit des découvertes fondamentales, qui sont pour lui des titres à la reconnaissance de ses contemporains et de la postérité. La perte de M. Matteucci sera vivement ressentie par les amis des sciences et par l'Académie, dont il était un des Correspondants et

qui l'avait mis au rang des candidats à la place d'Associé étranger laissée vacante par le décès de *M. Brewster*. »

M. Dumas a reçu de Mme Matteucci une Lettre qu'il dépose sur le bureau. En lui annonçant la perte douloureuse qu'elle vient d'éprouver, elle le prie de remercier l'Académie des témoignages d'estime que M. Matteucci en a reçus et qui ont adouci ses derniers moments.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu *David Brewster*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Graham obtient	23	suffrages.
M. Kummer.	23	»
M. Bunsen	2	»
M. Airy.	1	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Le nombre des votants étant 50,

M. Kummer obtient	27	suffrages.
M. Graham	23	»

M. Kummer, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Barbier, au concours de l'année 1868.

MM. Nélaton, S. Laugier, Andral, Robin, Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur deux communications de* M. Tresca, *des 25 mai et 22 juin 1868, relatives à l'application des formules générales du mouvement des liquides à l'écoulement des solides ductiles.*

(Commissaires : MM. Morin, Combes, de Saint-Venant rapporteur.)

« M. Tresca a présenté le 7 novembre 1864, ainsi que les 22 avril et 3 juin 1867, sur l'*écoulement* des solides ductiles, surtout du plomb, soumis à de fortes pressions dans des vases percés d'orifices de diverses formes, trois Mémoires qui ont été honorés de l'approbation de l'Académie, et dont elle a ordonné l'impression au *Recueil des Savants étrangers* dans ses séances du 12 juin 1865 et du 10 février 1868.

» A celui de novembre 1864 déja imprimé (1), après avoir décrit les résultats relatifs au passage forcé de blocs cylindriques par des orifices circulaires dont les centres étaient sur leurs axes, résultats qui étaient manifestés par les formes finales des faces jointives des plaques primitivement planes dont il avait eu soin de composer ses blocs, M. Tresca a présenté une théorie mathématique destinée à expliquer, et au besoin à prévoir, le mouvement pris par leurs diverses molécules dans cette sorte d'écoulement. A cet effet, il part du principe, constaté par l'ensemble de ses observations, de l'invariabilité de la densité de la matière, et par conséquent du volume de chacun de ses éléments déformés. Il partage, par la pensée, le bloc en trois parties : l'une appelée le *cylindre central*, à arêtes verticales, et ayant pour base l'orifice même, supposé horizontal ; l'autre appelée la partie *latérale ou extérieure* au cylindre, et qui forme elle-même un cylindre creux ou à base annulaire ; enfin la troisième constituant le *jet*, c'est-à-dire celle qui est déjà sortie par l'orifice, et qu'il a reconnue être aussi sensiblement cylindrique et constituer un simple prolongement du cylindre central. Puis il admet comme hypothèse approximativement justifiée que *dans chacune des trois parties*, et tant qu'elle n'en sort pas, *toute ligne matérielle horizontale reste horizontale, et toute ligne matérielle verticale reste verticale.*

» De cette double supposition, combinée avec le principe de la permanence du volume de chaque élément, il est facile de conclure que les composantes verticales des vitesses de descente des molécules, considérées aux

(1) T. XVIII du Recueil cité, et *Annales du Conservatoire*, t. VI.

divers points du bloc à un même instant de son écoulement, varient linéairement avec leurs coordonnées verticales, et par conséquent : 1° décroissent uniformément dans la partie latérale depuis la surface supérieure, où elles sont égales à la vitesse de descente du piston, jusqu'au fond où elles sont nulles vu que les mouvements ne peuvent y être qu'horizontaux; 2° croissent uniformément dans le cylindre central depuis la surface supérieure, où elles sont toujours égales à la vitesse du piston, jusqu'à l'orifice où elles sont égales à celles-ci, augmentées dans le rapport de la base ou coupe horizontale du bloc à la superficie de l'orifice; 3° sont constantes dans le jet, et égales partout à la vitesse augmentée comme on vient de dire.

» De là, toujours au Mémoire de 1864, M. Tresca déduit les trajectoires parcourues par les molécules jusqu'à ce qu'elles fassent partie du jet, et surtout les transformations que subissent les lignes verticales ou horizontales en passant d'une des parties dans la suivante, où elles deviennent quelquefois obliques et courbes. Aux deux passages, les trajectoires, comme les *transformées*, font des angles; mais il observe que ces brisures viennent de ce qu'on étend approximativement jusqu'aux surfaces de séparation les hypothèses de conservation de l'horizontalité ou de la verticalité des lignes matérielles. En réalité il y a raccordement, ou plutôt chacune de ces deux espèces de lignes forme d'un bout à l'autre une seule et même courbe dont on ne fait qu'approcher au moyen des hypothèses en question.

» Dans ces calculs, qui datent de 1864, et que nous croyons nécessaire ici de rappeler, M. Tresca ne considère les mouvements *qu'en eux-mêmes*, indépendamment des forces qui les produisent; en sorte que l'on peut regarder sa théorie comme appartenant à la *cinématique des déformations*, étudiée pour la première fois par Cauchy en 1826 (1) dans ses recherches *sur la condensation et la dilatation des corps*. On trouverait donc facilement que les petits éléments sphériques se changent en ellipsoïdes, que les trois axes de ces ellipsoïdes sont exclusivement horizontaux et verticaux, excepté dans les petites portions où il y a passage d'une des trois parties dans la suivante, et que, sous la même restriction, il n'y a de *glissements* relatifs que sur les faces dont la direction est oblique à l'horizon.

» Dans la première des deux Notes de 1868, dont l'Académie nous a chargés de lui rendre compte (et déjà, sans calculs, dans quelques parties du Mémoire d'avril 1867), M. Tresca passe de la cinématique à la dyna-

---

(1) *Exercices de Mathématiques*, 2e année.

mique, c'est-à-dire qu'il considère, outre les mouvements moléculaires, les *pressions* qui ont lieu tant à la surface que dans l'intérieur des blocs. A cet effet, en supposant les blocs de forme rectangulaire, ainsi que les orifices d'écoulement de même longueur afin de n'avoir à considérer que deux dimensions, il pose les équations différentielles connues du mouvement des liquides, basées sur l'hypothèse d'*égalité de la pression en tous sens* autour de chaque point; et, pour plus de simplicité, il réduit ces équations à celles du cas du mouvement permanent, où les vitesses et les pressions ne dépendent, en chaque point, que de ses coordonnées dans l'espace; cela exige que le vase contenant le bloc soit *entretenu plein*, ce qu'il a plus d'une fois réalisé dans ses expériences en ajoutant une plaque sous le piston chaque fois qu'il est descendu d'une hauteur égale à l'épaisseur de celle-ci. En combinant ces équations différentielles avec l'hypothèse ci-dessus de conservation de l'horizontalité et de la verticalité des lignes dans chaque partie, et en faisant quelques intégrations faciles, M. Tresca déduit pour la pression, soit dans la partie prismatique latérale, soit dans la partie prismatique au-dessus de l'orifice, deux expressions très-simples. Il en résulte que la pression serait la même en tous les points de certaines circonférences de cercle, et qu'elle varierait d'une circonférence à l'autre proportionnellement aux variations du carré de leur rayon.

» La supposition d'égalité de la pression en tous sens, qui revient comme on sait à celle de sa constante *normalité* aux faces sur lesquelles elle s'exerce, est assurément fort hardie. Si dans les fluides sans viscosité sensible, tels que l'eau, et même dans l'air, cette supposition est souvent en défaut, et il faut tenir compte des *frottements* ou des *composantes tangentielles* de pression lorsque leurs parties glissent les unes devant les autres, on conçoit qu'à plus forte raison une pareille supposition doit se trouver inexacte dans les corps solides, où les composantes tangentielles ont une intensité tellement peu négligeable, que c'est précisément elle qui constitue l'état de solidité, ou, comme disent les auteurs anglais, la *rigidité*.

» Cependant si l'on considère que les écoulements de solides sont déterminés par des pressions normales excessivement grandes, telles que mille atmosphères, il n'est pas impossible que les pressions tangentielles restent relativement petites, excepté aux environs de l'orifice. Mais d'une autre part, s'il faut exercer de telles pressions, c'est sans doute pour vaincre cette force de rigidité s'exerçant tangentiellement et apparemment très-intense. Aussi nous ne jugeons pas que le sujet soit encore assez mûr, et nous ne suivrons pas l'auteur dans la partie dynamique de sa Note du

25 mai, malgré les judicieuses réserves qu'il apporte aux conclusions tirées de ses calculs.

» On sait à cet égard que Navier, Cauchy, Poisson, ont donné, de 1822 à 1829, des équations différentielles du mouvement des fluides ou des matières molles (1) où il est tenu compte des frottements supposés proportionnels aux vitesses de glissement relatif des parties les unes devant les autres; hypothèse qu'on peut regarder comme remontant à Newton (2), et que Coulomb a motivée le premier par un raisonnement (3). Ces équations n'ont pu servir jusqu'ici pour les fluides que dans des cas rares, tels que ceux de mouvements extrêmement lents, ou bien d'écoulements dans des tubes capillaires très-polis; car, dans tout autre cas, les tourbillonnements ou les mouvements que Girard appelait *non-linéaires* s'opposent à ce que leur emploi explique les faits. Mais, pour les solides ductiles, où ces mouvements tumultueux et irréguliers ne prennent pas naissance, il est possible que les équations assez simples auxquelles ces trois illustres savants sont arrivés par des routes différentes puissent, un jour, être utilement appliquées et servir même à une détermination des forces intérieures, surtout si l'on a égard à ce que les composantes tangentielles doivent, ici, avoir une partie considérable ne dépendant pas des vitesses d'ailleurs ordinairement faibles dans ces sortes d'écoulement. Nous croyons que cette observation, faite dans l'intérêt de l'avenir de la science, ne paraitra pas dénuée d'utilité, et qu'elle peut mener à un fécond sujet d'étude.

» Nous ne suivrons pas non plus l'auteur dans les quelques lignes où il tente, d'une manière vraisemblablement prématurée, de déduire, des considérations auxquelles il vient de se livrer pour les solides, une formule nouvelle pour la vitesse avec laquelle un liquide s'écoule par un orifice en vertu de sa seule pesanteur.

» Mais une partie de la Note du 25 mai mérite spécialement des éloges. C'est la partie cinématique. Et toute la Note du 22 juin s'y trouvera jointe; car l'auteur ne s'y occupe que de la loi des mouvements, en modifiant, pour l'écoulement *varié*, les formules dressées, à l'autre Note, pour un écoulement permanent d'un bloc où la matière est renouvelée par une affluence artificielle.

---

(1) *Mémoires de l'Institut*, t. IV. — *Exercices de Mathématiques*, 3e année, p. 185. — *Journal de l'École Polytechnique*, XXe cahier, p. 152.

(2) *Principes*, livre II, section IXe et dernière, hypothèse et proposition 21.

(3) T. III des *Mémoires de la Classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut*.

» Il tire, en effet, les formules de cinématique *de la seule équation de continuité* exprimant, en hydrodynamique, la conservation des volumes, en la combinant avec les équations, également différentielles, qui expriment les conservations d'horizontalité et de verticalité dont nous avons parlé ci-dessus. Il obtient ainsi, d'une manière claire et simple, les composantes horizontales et verticales des vitesses des molécules, en fonction de leurs seules coordonnées quand le mouvement est permanent, et, quand il ne l'est pas, en fonction des coordonnées et du temps, auquel on peut substituer avantageusement une autre variable, savoir le degré d'enfoncement du piston, car alors il n'est pas nécessaire d'attribuer à la descente de celui-ci une vitesse constante.

» Or la connaissance ainsi obtenue des vitesses des molécules est fort utile, en ce sens qu'elle conduit à traiter d'une manière claire et complète la théorie nouvelle, ou à déterminer toutes les circonstances du mouvement régi par les hypothèses dont on a parlé.

» L'un de nous le montre dans une Note jointe à ce Rapport, et qui peut en être considérée, de sa part, comme une annexe et un développement. En mettant à la place des composantes des vitesses dans les sens des deux coordonnées les différentielles de celles-ci par rapport au temps, on a en effet des équations qui, intégrées, fournissent les valeurs des coordonnées d'une molécule quelconque à un instant donné ou pour un état donné d'avancement de l'écoulement, en fonction des coordonnées qu'elle avait à un instant antérieur aussi donné et quelconque.

» Les trajectoires moléculaires s'en déduisent immédiatement en éliminant entre ces deux expressions des coordonnées d'un même molécule, le temps, ou la variable exprimant le degré d'enfoncement du piston.

» Et ce que M. Tresca appelle les *transformées* d'une droite horizontale ou d'une droite verticale s'obtient facilement en éliminant la coordonnée horizontale ou la coordonnée verticale primitive.

» Ce calcul a été exécuté non-seulement pour le bloc en forme de prisme rectangle considéré par M. Tresca dans ses Notes de 1868, mais, encore, à l'aide de coordonnées polaires, comme on peut voir, pour le bloc cylindrique et l'orifice circulaire. L'un de nous a ainsi reconnu que tous les résultats, nettement et analytiquement obtenus, relatifs à ce dernier bloc, sont complétement d'accord avec ceux auxquels M. Tresca était arrivé, au Mémoire de 1864, par des considérations en partie synthétiques, moins directes et moins faciles à suivre, ayant laissé dans l'esprit de quelques lecteurs des doutes que l'on doit maintenant regarder comme dissipés.

» Mais la même méthode analytique, dont les fondements sont puisés, disons-nous, aux deux Notes récentes de M. Tresca, a d'autres avantages qui la recommandent : c'est de fournir des conséquences plus nombreuses que celles de 1864; c'est aussi de permettre de changer à volonté la limite idéale et hypothétique entre la partie latérale, où les vitesses verticales décroissent de la surface au fond, et la partie centrale où elles croissent. On peut, au lieu d'un cylindre à arêtes verticales ayant l'orifice pour base, choisir une surface quelconque de révolution ayant pour axe celui du bloc, et pour section horizontale inférieure l'orifice même; et il n'est pas impossible que cette surface limite mutuelle des deux parties soit plus étroite ou plus large vers le haut, et qu'elle change continuellement pendant que le bloc diminue de hauteur lorsque le mouvement n'est point permanent.

» Nous remarquerons à cet égard qu'il y a trop peu de dessins, publiés jusqu'à ce jour, des résultats des intéressantes et très-nombreuses expériences de M. Tresca, pour qu'on puisse se faire une idée un peu exacte de ce qui se passe. Par discrétion, et ne sachant pas encore les facilités données aux auteurs par l'administration de l'Académie, il n'en a guère fait graver qu'un seul pour les expériences dont il a tenté de représenter analytiquement les résultats. Il est fortement à désirer qu'il publie également les autres, ou, tout au moins, un bon nombre de types, car les descriptions, les tableaux de mesures et certaines courbes représentatives ne sauraient y suppléer. Ce sera seulement alors que tout le monde pourra juger de la meilleure manière de disposer les formules pour qu'elles donnent bien la loi des écoulements.

» Il est non moins désirable que l'auteur exécute ou fasse connaître des expériences où l'écoulement ait été rendu permanent, comme on vient de dire; qu'il en fasse aussi d'autres où, au moyen de l'emploi d'une suite de blocs semblables, l'écoulement *varié* puisse être arrêté à diverses époques pour permettre de juger de l'état des plaques à des instants successifs.

» Il serait encore fortement à désirer que l'auteur, usant plus largement d'un procédé très-ingénieux employé par lui une seule fois (et dont il parle à l'article *Vérification des conséquences de la théorie*), composât ses rondelles de plomb avec des anneaux à section carrée, emboîtés les uns dans les autres de manière à avoir, dans deux sens rectangulaires, de nombreuses faces de joint équidistantes, les unes planes, les autres cylindriques. De cette manière les expériences pourraient lui fournir à la fois ce qu'il appelle les *transformées des plans horizontaux* et les *transformées des génératrices verticales*. Son habileté reconnue lui permettra de suppléer à cette courte indication, dont nous ne prétendons pas faire un programme.

» Aux figures reproduisant les résultats des expériences, c'est-à-dire les coupes méridiennes des blocs et de leurs jets, nous pensons aussi qu'il serait nécessaire de joindre en regard, et comme comparaison, des épures donnant les résultats des formules, dans la forme même où ceux des expériences sont naturellement fournis.

» Au résumé, votre Commission vous propose d'approuver spécialement la partie cinématique des deux Notes insérées par M. Tresca aux *Comptes rendus* de vos séances des 25 mai et 22 juin, de l'encourager à continuer les recherches qu'il a poursuivies jusqu'ici avec autant de persévérance que de talent, et de l'engager à faire connaître plus complétement, au moyen de reproductions graphiques suffisamment nombreuses, les résultats obtenus ou à obtenir, en les comparant d'une manière visible avec ceux des hypothèses générales et des formules par lesquelles il tente d'en exprimer et d'en résumer les lois. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉCANIQUE. — *Calcul du mouvement des divers points d'un bloc ductile, de forme cylindrique, pendant qu'il s'écoule sous une forte pression par un orifice circulaire; vues sur les moyens d'en rapprocher les résultats de ceux de l'expérience.* Note de **M. de Saint-Venant.**

« Pour représenter et expliquer analytiquement les résultats de ses expériences sur l'*écoulement* des blocs cylindriques en matière ductile, M. Tresca, dans son Mémoire du 7 novembre 1864, imprimé au tome XVIII des *Savants étrangers*, est parti du principe, suffisamment constaté, de la conservation de la densité de la matière, et par conséquent du volume de chacun de ses éléments; et, en partageant par la pensée le bloc en trois parties cylindriques : l'une, appelée *centrale*, ayant pour base l'orifice supposé horizontal et circulaire; l'autre, à base annulaire, nommée la partie *latérale ou exterieure;* la troisième constituant le *jet* ou ce qui est sorti, il suppose, comme étant assez d'accord avec quelques résultats de ses observations, que *toute ligne matérielle horizontale reste horizontale et toute ligne matérielle verticale reste verticale* tant qu'elle ne sort pas d'une des trois parties pour passer dans l'une des deux autres.

» De ces suppositions il déduit, toujours au Mémoire de 1864, par une suite de raisonnements mêlés de synthèse et d'analyse, et quelquefois détournés, des formules représentant une partie des circonstances du mouvement des molécules du bloc, et donnant tantôt leurs trajectoires, tantôt les lignes, ordinairement courbes, dans lesquelles se *transforment* les droites verticales ou horizontales matérielles quand leurs points passent d'une partie dans la suivante.

» Il m'a paru que ce sujet pouvait être traité d'une manière plus complète, plus claire et plus féconde si l'on généralisait et développait des considérations ingénieuses de cinématique

présentées par le même auteur dans ses deux communications du 25 mai et du 22 juin 1868, insérées à peu près *in extenso* aux *Comptes rendus*, et sur lesquelles un Rapport vient d'être lu à l'Académie. Ce développement avec généralisation, et son application, font le sujet de la présente Note.

» M. Tresca, pour envisager le cas le plus simple, suppose, dans les récents écrits dont nous parlons, que le bloc a la forme d'un parallélipipède rectangle et que sa matière s'écoule par un orifice aussi rectangulaire, de largeur moindre, mais de même longueur que lui. Il peut ainsi ne considérer que deux coordonnées : l'une, x, horizontale et dans la direction de la largeur de l'orifice et du bloc; l'autre, y, verticale et dans la direction de sa hauteur. Et, en appelant u, v les composantes de la vitesse d'une molécule suivant les directions x, y, il pose comme condition de l'invariabilité du volume des éléments l'équation dite *de continuité*

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} = 0,$$

qu'il combine avec

$$\frac{dv}{dx} = 0, \quad \frac{du}{dy} = 0,$$

exprimant la conservation supposée 1° de l'horizontalité et 2° de la verticalité des lignes matérielles dans une même partie du bloc. Il obtient ainsi, en intégrant,

$$u = Ax + B, \quad v = -Ay + C,$$

A, B, C étant des quantités qui sont constantes lorsqu'il y a écoulement *permanent*, c'est-à-dire lorsqu'on entretient plein le vase contenant la matière ductile au moyen de l'introduction périodique de nouvelles plaques, mais qui dépend du temps lorsque l'écoulement est *varié* ou que le vase se vide.

» Ici je considérerai de suite un bloc cylindrique dont la coupe par un plan, comprenant son axe AG, est BCCBA, et qui s'écoule par l'orifice circulaire dont le diamètre est DGD. Soient, en s'occupant d'abord du mouvement varié :

R le rayon AB = GC du bloc;

R_1 le rayon GD de l'orifice;

H la hauteur primitive CB du bloc;

h sa hauteur Cb au bout du temps t, quand le piston est descendu, de $H - h = Bb$, en bab;

x, y, au bout du temps t, le rayon vecteur ou la distance ms à l'axe central AG, et la distance mP = SA au plan supérieur *primitif*, d'un point m de l'une quelconque des trois parties du bloc;

x_0, y_0, h_0 les valeurs qu'avaient x, y et h après un temps t_0 moindre que t;

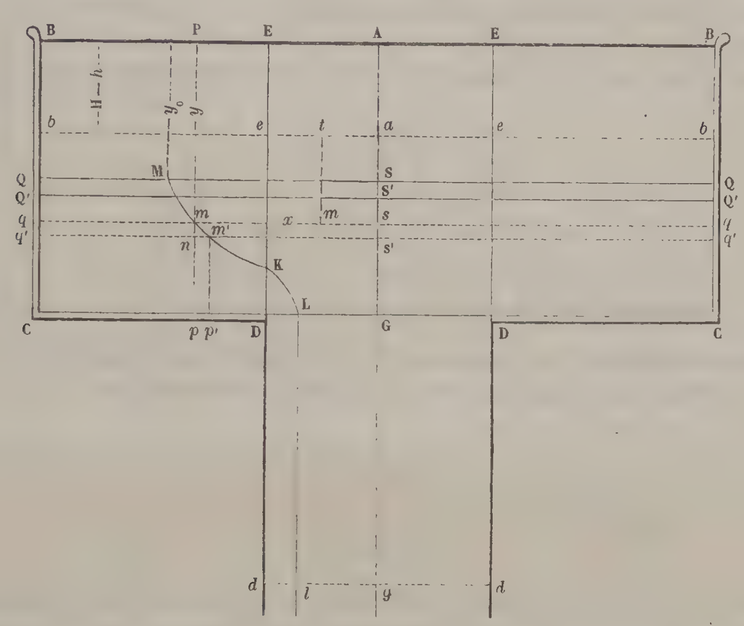
$u = \frac{dx}{dt}$, $v = \frac{dy}{dt}$ les composantes, suivant x et suivant y, de la vitesse du point m au bout du temps t;

V la vitesse supposée constante de la descente verticale du piston, en sorte qu'on a

$$(1) \qquad H - h = Vt, \quad H - h_0 = Vt_0.$$

» Si les points du bloc étaient rapportés à des coordonnées rectangles x', y', z', dans les sens desquels leurs vitesses fussent u', v', w', on aurait pour condition de *continuité* ou d'invariabilité du volume et de la densité d'un élément quelconque

$$\frac{du'}{dx'} + \frac{dv'}{dy'} + \frac{dw'}{dz'} = 0;$$



et, en changeant les variables x', y', z' pour les coordonnées semi-polaires que nous venons de désigner par x, y, et auxquelles il n'est pas nécessaire de joindre un angle d'azimut, vu que tout est symétrique autour de l'axe AG du bloc, on trouvera facilement pour condition de permanence des volumes

$$\frac{du}{dx} + \frac{u}{x} + \frac{dv}{dy} = 0; \qquad (2)$$

égalité qu'il est facile de démontrer directement en cherchant, à la manière de M. Duhamel, le volume de matière qui entre dans un petit espace fixe et celui qui en sort pendant un instant dt. Si l'on prend en effet pour cet espace l'anneau compris entre deux cylindres de rayons x et $x + dx$, et deux plans aux distances y et $y + dy$ de la face supérieure, on verra qu'il y entre des volumes de matière :

Par le cylindre intérieur...... $2\pi x dy\ u dt$,
Par le plan à la distance y.... $2\pi x dx\ v dt$,

et qu'il en sort respectivement, par le cylindre extérieur et par le plan à la distance $y + dy$,

$$2\pi(x + dx)\,dy\left(u + \frac{du}{dx}dx\right)dt,$$

$$2\pi x\,dx\left(v + \frac{dv}{dy}dy\right)dt.$$

En égalant la somme des entrées à la somme des sorties, on a bien l'équation (2).

» Joignons à cette équation différentielle les deux suivantes :

(3) $$\frac{dv}{dx} = 0, \quad \frac{du}{dy} = 0,$$

exprimant l'hypothèse de conservation d'horizontalité et de verticalité que M. Tresca a cru pouvoir faire d'après une partie de ses observations, et qui est exacte tout au moins à la surface du bloc, ainsi qu'à la paroi et au fond du vase qui le contient, nous aurons :

» 1° En différentiant (2) par rapport à x, et effaçant, comme nul, ce qui vient de v,

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{1}{x}\frac{du}{dx} - \frac{u}{x^2} = 0,$$

d'où

(4) $$u = Ax + \frac{B}{x},$$

A et B étant des quantités qui ne doivent pas contenir y, puisque $\frac{du}{dy} = 0$, et qui sont ainsi deux constantes relatives à l'état présent du bloc, c'est-à-dire deux fonctions de t ou de h.

» 2° En différentiant (2) par rapport à y et effaçant les termes en u,

$$\frac{d^2 v}{dy^2} = 0,$$

d'où

(5) $$v = -2Ay + C,$$

le coefficient donné à y étant nécessité par la condition (2), et C étant une troisième fonction encore inconnue du temps actuel t ou de la hauteur actuelle $h = H - Vt$ du bloc.

» Mais u, v doivent remplir, en outre, les *conditions-limites* suivantes :

» Espace cylindrique creux *latéral*, ou extérieur au cylindre central :

$$v = V \text{ à la surface ou pour } y = Vt = H - h,$$
$$v = 0 \text{ au fond ou pour } y = H,$$
$$u = 0 \text{ à la paroi ou pour } x = R.$$

» Espace cylindrique central :

$$v = V \quad \text{pour } y = Vt = H - h,$$
$$u = 0 \quad \text{pour } x = 0 \text{ (vu la symétrie)},$$
$$v = V\frac{\pi R^2}{\pi R_1^2} \text{ pour } y = H,$$

c'est-à-dire à l'orifice, par lequel il doit passer, à chaque instant, un volume égal à celui qui est envahi par le piston.

» Déterminant en conséquence A, B, C, on aura les quatre premières des expressions suivantes, dont les deux dernières, relatives au jet, expriment simplement que le mouvement a été reconnu s'y faire verticalement ou sans contraction horizontale appréciable, et

avec une vitesse sensiblement la même pour tous les points :

(6) Espace latéral : $u = -V\frac{R^2 - x^2}{2hx}$, $v = V\frac{H-y}{h}$;

(7) Cylindre central : $u = -V\frac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}\frac{x}{h}$, $v = V\frac{R^2}{R_1^2} - V\frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}\frac{H-y}{h}$;

(8) Jet : $u = 0$, $v = V\frac{R^2}{R_1^2}$.

» Maintenant si l'on y remplace

$$u, \quad v,$$

par $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$, ou plutôt par

$$-V\frac{dx}{dh}, \quad -V\frac{dy}{dh},$$

en prenant h au lieu de t pour variable indépendante, ce qui a l'avantage de ne point exiger qu'on attribue au piston un mouvement de descente continu et uniforme, l'on a six équations différentielles que l'on peut écrire

Espace latéral : $h\,d(R^2 - x^2) + (R^2 - x^2)\,dh = 0$, $h\,d(H-y) - (H-y)\,dh = 0$;

Espace central : $\frac{dx}{x} = \frac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}\frac{dh}{h}$, $\frac{d(y - H + h)}{y - H + h} + \frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}\frac{dh}{h} = 0$;

Jet : $\frac{dx}{dh} = 0$, $dy = -\frac{R^2}{R_1^2}\,dh$;

et qui, intégrées depuis $t = t_0$ ou $h = h_0$, donnent

(9) Espace latéral : $R^2 - x^2 = (R^2 - x_0^2)\frac{h_0}{h}$, $H - y = (H - y_0)\frac{h}{h_0}$;

(10) Espace central : $x^2 = x_0^2\left(\frac{h}{h_0}\right)^{\frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}}$, $y - H + h = (y_0 - H + h_0)\left(\frac{h_0}{h}\right)^{\frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}}$;

(11) Jet : $x = x_0$, $y = y_0 + \frac{R^2}{R_1^2}(h_0 - h)$.

» Les deux dernières de ces équations sont évidentes *à priori*. Et les quatre premières, ou celles (6) et (7) dont elles dérivent, peuvent être facilement démontrées d'une manière directe; car :

» 1° Il résulte, comme on le reconnaît facilement, de la conservation des volumes individuels d'éléments orthogonaux superposés et égaux, dont les faces non jointives sont astreintes à rester verticales, que les abaissements de leurs faces horizontales de superposition doivent varier linéairement avec leurs distances au fond, d'où il suit que dans l'espace latéral et dans l'espace central, où les vitesses de fond sont respectivement o et $V\frac{R^2}{R_1^2}$, l'on doit avoir

$$\frac{v}{V} = \frac{H-y}{h} \quad \text{et} \quad \frac{V\frac{R^2}{R_1^2} - v}{V\frac{R^2}{R_1^2} - V} = \frac{H-y}{h};$$

c'est-à-dire les secondes expressions (6) et (7) d'où se déduisent les secondes (11) et (12).

» 2° La conservation du volume du cylindre annulaire dont la coupe est le rectangle $mp\mathrm{C}q$, ayant pour côté vertical $mp = \mathrm{H} - y$, et pour côté horizontal $mq = \mathrm{R} - x$, exige que l'on ait dans l'espace latéral

$$(\mathrm{R}^2 - x)(\mathrm{H} - y) = \text{const.}; \tag{12}$$

et celle du volume du cylindre faisant partie de l'espace central, et qui a pour rayon la coordonnée $ms = x$ d'un autre point, et pour hauteur sa distance $mt = y - (\mathrm{H} - h)$ à la surface abaissée du bloc, exige qu'on ait

$$x^2(y - \mathrm{H} + h) = \text{const.} \tag{13}$$

Or ces deux équations (12) et (13), combinées avec les secondes (9), (10) demontrées, donnent les premières (9), (10).

» Les équations ou expressions (9), (10), (11) sont donc établies de plusieurs manières, comme conséquences certaines des hypothèses dont on est parti.

» Elles donnent de suite les positions occupées successivement par un même point dans chacune des trois parties du bloc s'il s'y trouvait déjà, et s'il n'en est pas sorti.

» Et elles peuvent fournir, en les combinant ensemble, les positions de ce point après qu'il a passé d'une partie dans l'autre, car :

» Si le point (x_0, y_0) se trouvait dans l'espace latéral, les expressions (9) donnent d'abord, en y mettant R_1 à la place de x, pour l'instant de son passage dans l'espace cylindrique central dont R_1 est le rayon,

$$x = \mathrm{R}_1, \quad h = h_0 \frac{\mathrm{R}^2 - x_0^2}{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}, \quad y = \mathrm{H} - (\mathrm{H} - y_0)\frac{\mathrm{R}^2 - x_0^2}{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}.$$

Prenons cet instant ou cet état de choses *pour initial* dans le mouvement à l'intérieur de l'espace central, c'est-à-dire mettons les valeurs de x, h, y, ainsi déterminées, à la place de x_0, h_0, y_0 dans les expressions (10) relatives à cet espace, nous avons

(14) Coordonnées x, y d'un point de l'espace central, si x_0, y_0 étaient précédemment ses coordonnées dans l'espace latéral :

$$x^2 = \mathrm{R}_1^2 \left(\frac{h}{h_0}\frac{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}^2 - x_0^2}\right)^{\frac{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}_1^2}}, \quad y - \mathrm{H} + h = (y_0 - \mathrm{H} + h_0)\left(\frac{h_0}{h}\right)^{\frac{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}_1^2}} \left(\frac{\mathrm{R}^2 - x_0^2}{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}\right)^{\frac{\mathrm{R}^2}{\mathrm{R}_1^2}}.$$

» On obtiendra de la même manière, en faisant d'abord, dans les expressions (10), $y = \mathrm{H}$, coordonnée verticale de l'orifice, dont le plan est la surface de séparation de la seconde et de la troisième partie du bloc, et en tirant les valeurs de x et de h, pour les mettre, ainsi que H, à la place de x_0, h_0 et y_0 dans celles (11) relatives au jet,

(15) Point (x, y) du jet, s'il était (x_0, y_0) lorsqu'il se trouvait dans l'espace central :

$$x^2 = x_0^2 \left(\frac{y_0 - \mathrm{H} + h_0}{h_0}\right)^{\frac{\mathrm{R}^2 - \mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}^2}}, \quad y = \mathrm{H} + \frac{\mathrm{R}^2}{\mathrm{R}_1^2}\left[-h + h_0\left(\frac{y_0 - \mathrm{H} + h_0}{h_0}\right)^{\frac{\mathrm{R}_1^2}{\mathrm{R}^2}}\right].$$

» Et en faisant un calcul semblable avec les expressions (14) au lieu des expressions (10),

on trouvera

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned}&\text{Point } (x,\ y) \text{ du jet, s'il était } (x_0, y_0) \text{ dans l'espace latéral :}\\ &x^2 = R_1^2\left(\frac{y_0 - H + h_0}{h_0}\right)^{\frac{R^2 - R_1^2}{R^2}},\\ &y^2 = H + \frac{R^2}{R_1^2}\left[-h + h_0\,\frac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2}\left(\frac{y_0 - H + h_0}{h_0}\right)^{\frac{R_1^2}{R^2}}\right].\end{aligned}\right.$$

» Les divers systèmes (9), (10), (11), (14), (15), (16) des expressions des coordonnées x et y d'un point, à l'instant ou à l'état d'avancement de l'écoulement marqué par la hauteur réduite h du bloc, si x_0 et y_0 étaient précédemment ses coordonnées pour l'instant ou l'état marqué par h_0, fourniront toutes les circonstances du mouvement de ce point particulier quelconque. Ainsi :

» 1° Si l'on veut avoir en x et y l'*équation de la trajectoire* qu'il parcourt, l'on n'a qu'à éliminer le temps, c'est-à-dire h, entre les deux expressions appartenant à un même système;

» 2° Si l'on veut avoir, pour une époque ou pour un état marqué par h, ce que M. Tresca appelle la *transformée* d'une verticale $x = x_0$, l'on n'a qu'à éliminer la coordonnée verticale y_0 entre les deux équations d'un même de ces six systèmes;

» 3° Si l'on veut avoir la transformée d'une horizontale $y = y_0$, l'on n'a qu'à éliminer x_0.

» On aura ainsi en x et y, avec h et x_0 ou y_0 comme paramètres, l'équation de l'une ou de l'autre transformée, qui sera aussi la ligne méridienne d'une surface de révolution ayant pour axe celui du bloc, et dont les points matériels se trouvaient précédemment, ou sur le cylindre de rayon x_0, ou sur le plan $y = y_0$.

» L'on n'a pas besoin de dire que les éliminations sont en partie déjà faites dans les systèmes (11), (15) et (16) relatifs au jet.

» On obtient de cette manière

$$(17)\quad \left\{\begin{aligned}&\text{Trajectoire d'un point de l'espace latéral,}\\ &\text{s'il reste dans cet espace :}\\ &(R^2 - x^2)(H - y) = (R^2 - x_0^2)(H - y_0),\end{aligned}\right.$$

équation qu'on a en multipliant l'une par l'autre ces deux expressions (9), ce qui fait disparaître h, et qui a déjà été donnée sous le n° (12). Elle représente une sorte d'hyperbole du troisième degré ayant pour asymptotes les droites rectangulaires CD, CB, sections du fond et de la paroi du vase cylindrique contenant le bloc.

$$(18)\quad \left\{\begin{aligned}&\text{Trajectoire d'un point de l'espace central, resté}\\ &\text{dans cet espace :}\\ &H - y = h_0\left(\frac{x}{x_0}\right)^{\frac{2R_1^2}{R^2 - R_1^2}} - (y_0 - H + h_0)\left(\frac{x_0}{x}\right)^2.\end{aligned}\right.$$

Trajectoire, dans l'espace central, d'un point dont les coordonnées étant x_0, y_0 dans l'espace latéral :

(19) $$H - y = \frac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2}\left[h_0\left(\frac{x}{R_1}\right)^{\frac{2R_1^2}{R^2-R_1^2}} - (y_0 - H + h_0)\left(\frac{R_1}{x}\right)^2\right].$$

(19 *bis*) Trajectoires dans le jet :
$x =$ les valeurs données par la première expression (11), ou (15), ou (16), selon que le point (x_0, y_0) était dans le jet, ou dans l'espace central, ou dans l'espace latéral.

Transformées, fournies respectivement par les systèmes (14), (15), (16).

Transformées, dans l'espace central, d'une verticale $x = x_0$ et d'une horizontale $y = y_0$ de l'espace latéral :

(20) $$x = R_1\left(\frac{h}{h_0}\frac{R^2 - R_1^2}{R^2 - x_0^2}\right)^{\frac{R^2-R_1^2}{2R_1^2}},$$

(21) $$\left(\frac{x}{R_1}\right)^{\frac{2R^2}{R^2-R_1^2}}\frac{y - H + h}{y_0 - H + h_0} = \frac{h}{h_0}.$$

La droite (20), transformée de $x = x_0$, est aussi verticale et s'approche d'autant plus de l'axe $x = 0$ que h devient plus petit ou que l'écoulement est plus avancé.

» La courbe (21), transformée de $y = y_0$, est une hyperbole du degré $\frac{2R^2}{R^2 - R_1^2} + 1$, dont les asymptotes sont l'axe central $x = 0$ et la ligne $y = H - h$ du niveau actuel de la face supérieure abaissée du bloc.

Transformées, dans le jet, d'une verticale $x = x_0$ et horizontale $y = y_0$ de l'espace central :

(22) $$x = x_0\left(\frac{h}{h_0} + \frac{R_1^2}{R^2}\frac{y - H}{h_0}\right)^{\frac{R^2-R_1^2}{2R_1^2}}$$
$$\text{ou } y = H + \frac{R^2}{R_1^2}\left[-h + h_0\left(\frac{x}{x_0}\right)^{\frac{2R_1^2}{R^2-R_1^2}}\right],$$

(23) $$y = H + \frac{R^2}{R_1^2}\left[-h + h_0\left(\frac{y_0 - H + h_0}{h_0}\right)^{\frac{R_1^2}{R^2}}\right].$$

» La courbe (22) est une parabole du degré $\frac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}$ ayant pour axe l'axe du bloc et pour sommet le point $y = H + \frac{R^2}{R_1^2}h$ de cet axe.

Transformées, dans le jet, d'une verticale $x = x_0$ et d'une horizontale $y = y_0$ de l'espace latéral :

$$(24) \left\{ \begin{aligned} & x = R_1 \left[\frac{R^2 - R_1^2}{R^2 - x_0^2} \left(\frac{h}{h_0} + \frac{R_1^2}{R^2} \frac{y - H}{h_0} \right) \right]^{\frac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}} \\ & \text{ou } y = H + \frac{R^2}{R_1^2} \left[-h + h_0 \frac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2} \left(\frac{x}{R_1} \right)^{\frac{2R_2^1}{R^2 - R_1^2}} \right], \end{aligned} \right.$$

$$(25) \quad y = H + \frac{R^2}{R_1^2} \left[-h + h_0 \frac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2} \left(\frac{y_0 - H + h_0}{h_0} \right)^{\frac{R_1^2}{R^2}} \right].$$

» La transformée du cylindre $x = x_0$ est, comme on voit, une surface de révolution ayant encore pour méridienne une parabole de degré $\frac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}$, c'est-à-dire du quatrième degré si l'on a $R = 3R_1$, comme dans la figure ci-dessus.

» En faisant, dans une partie de ces formules,

$$h = 0, \quad h_0 = H,$$

elles se simplifient, et on les rend relatives à l'instant où le bloc est entièrement écoulé, ainsi qu'à la supposition que les coordonnées primitives x_0, y_0 d'un point ou d'une droite matérielle étaient relatives à l'instant $t = 0$, $h = H$ du commencement de l'écoulement.

» Comparons-en les résultats, ainsi particularisés, avec ceux qui ont été donnés par M. Tresca dans son Mémoire de 1864, au moyen de la synonymie suivante :

Notations ci-dessus.	Notations de 1864.
x_0	B.
y_0	A.
x	b dans l'espace latéral.
	b_1 à la limite avec l'espace central.
	r dans l'espace central.
	x' dans le jet.
y	$H - h + a$ dans l'espace latéral.
	$H - h + a_1$ à la limite avec l'espace central.
	$H + \frac{R^2}{R_1^2} H - y$ dans le jet.

» L'expression (23), en faisant, comme nous disons, $h = 0$, $h_0 = H$, se réduit à

$$y = H + \frac{HR^2}{R_1^2} \left(\frac{y_0}{H} \right)^{\frac{R_1^2}{R^2}}.$$

En la retranchant de l'ordonnée $H + \frac{HR^2}{R_1^2}$ de l'extrémité du jet, qui contient alors toute la

matière du bloc, on a

$$\frac{HR^2}{R_1^2}\left[1-\left(\frac{y_0}{H}\right)^{\frac{R^2}{R_1^2}}\right].$$

» C'est précisément l'expression [8] du Mémoire de 1864, trouvée alors par un calcul de volume, pour la distance finale, à l'extrémité du jet, de la couche formée des mêmes molécules que celles qui étaient primitivement à la distance y_0 de la surface supérieure dans l'espace central; en sorte que l'expression (23) fournit de suite *les distances dans le jet*, et à toute époque, des couches qui étaient, par exemple, équidistantes à une autre époque.

» L'expression (16) ci-dessus, toujours avec $h_0 = H$, donne

$$x = R_1\left(\frac{y_0}{H}\right)^{\frac{R^2-R_1^2}{2R_1^2}},$$

identique avec celle [9] donnée en 1864 pour *le rayon de la face inférieure de chaque jet*, et déduite d'un calcul de volume d'une portion de surface de révolution, calcul qui, comme on voit, n'est point nécessaire.

» La première formule (24) donne

$$y = H + \frac{HR^2}{R_1^2}\,\frac{R^2-x_0^2}{R^2-R_1^2}\left(\frac{x}{R_1}\right)^{\frac{2R_1^2}{R^2-R_1^2}}.$$

C'est, en mettant $H+\frac{HR^2}{R_1^2}-y$ pour y, et B pour x_0, la formule [10] de 1864.

» La première formule (22) ci-dessus,

$$y = H + \frac{HR^2}{R_1^2}\left(\frac{x}{x_0}\right)^{\frac{2R_1^2}{R^2-R_1^2}},$$

reproduit de même celle [12] de 1864 pour la transformée finale d'une *génératrice*, c'est-à-dire d'une verticale quelconque.

» De même il est facile de réduire à nos expressions

(9), (14), (14), (15), (16)

celles

[14], [15], [16], [17], [18]

du Mémoire de 1864, dont les formules analytiques se trouvent ainsi confirmées en tant que conséquences des hypothèses fondamentales, par cette manière plus régulière et plus générale d'y arriver.

» Considérons maintenant le cas de l'ÉCOULEMENT PERMANENT ou hors d'un vase entretenu plein de matière au moyen de l'introduction périodique de nouvelles plaques sous le piston qui s'enfonce.

» On aura alors, pour *condition à la surface*, dans la partie centrale comme dans la partie latérale,

$$v = V \quad \text{pour} \quad y = 0$$
$$(\text{au lieu de } v = V \text{ pour } y = Vt = H - h),$$

ce qui donne, au lieu de (6), (7), (8),

(6′) Espace latéral : $u = -V\dfrac{R^2 - x^2}{2Hx}$, $\quad v = V\dfrac{H - y}{H}$;

(7′) Espace central : $u = -V\dfrac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}\dfrac{x}{H}$, $\quad v = V + V\dfrac{R^2 - R_1^2}{R_4^2}\dfrac{y}{H}$;

(8′) Jet : $u = 0$, $\quad v = V\dfrac{R^2}{R_1^2}$;

d'où, au lieu de (9), (10), (11),

(9′) Espace latéral : $R^2 - x^2 = (R^2 - x_0^2)\,e^{V\frac{t - t_0}{H}}$, $\quad H - y = (H - y_0)\,e^{-V\frac{t - t_0}{H}}$;

(10′) Espace central : $x^2 = x_0^2\,e^{-\frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}V\frac{t - t_0}{H}}$, $\quad y + \dfrac{HR_1^2}{R^2 - R_1^2} = \left(y_0 + \dfrac{HR_1^2}{R^2 - R_1^2}\right)e^{\frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}V\frac{t - t_0}{H}}$;

(11′) Jet : $x = x_0$, $\quad y = y_0 + \dfrac{R^2}{R_1^2}V(t - t_0)$;

et, au lieu de (14), (15), (16),

(14′) Coordonnées x, y d'un point de l'espace central, si x_0, y_0 étaient précédemment ses coordonnées dans l'espace latéral :

$$x^2 = R_1^2\left(\frac{R^2 - R_1^2}{R^2 - x_0^2}\,e^{-V\frac{t - t_0}{H}}\right)^{\frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}},$$

$$y + \frac{HR_1^2}{R^2 - R_1^2} = \frac{HR^2 - (H - y_0)(R^2 - x_0^2)}{R^2 - R_1^2}\left(\frac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2}\,e^{V\frac{t - t_0}{H}}\right)^{\frac{R^2 - R_1^2}{R_1^2}};$$

(15′) Coordonnées x, y d'un point du jet, x_0, y_0 ayant été ses coordonnées dans l'espace central :

$$x^2 = x_0^2\left(\frac{R_1^2}{R^2} + \frac{R^2 - R_1^2}{R^2}\frac{y_0}{H}\right),$$

$$y = H + V\frac{R^2}{R_1^2}\left[t - t_0 + \frac{R_1^2}{R^2 - R_1^2}\frac{H}{V}\log\left(\frac{R_1^2}{R^2} + \frac{R^2 - R_1^2}{R^2}\frac{y_0}{H}\right)\right];$$

(16′) Coordonnées x, y d'un point du jet, x_0, y_0 ayant été ses coordonnées dans l'espace latéral à l'instant $t = t_0$:

$$x^2 = R_1^2\left(1 - \frac{R^2 - x_0^2}{R^2}\frac{H - y_0}{H}\right),$$

$$y = H + V\frac{R^2}{R_1^2}\left[t - t_0 + \frac{H}{V}\log\frac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2} + \frac{R_1^2}{R^2 - R_1^2}\frac{H}{V}\log\left(1 - \frac{R^2 - x_0^2}{R^2}\frac{H - y_0}{H}\right)\right].$$

Trajectoires [comme (17) et au lieu de (18), (19)]

(17′) D'un point de l'espace latéral resté dans cet espace :

$$(R^2 - x^2)(H - y) = (R^2 - x_0^2)(H - y_0);$$

(18′) D'un point de l'espace central resté dans cet espace :

$$x^2\left(y + \frac{HR_1^2}{R^2 - R_1^2}\right) = R_1^2\left(y_0 + \frac{HR_1^2}{R^2 - R_1^2}\right);$$

(19′) Dans l'espace central, d'un point qui était (x_0, y_0) dans l'espace latéral :

$$x^2\left(y + \frac{HR_1^2}{R^2 - R_1^2}\right) = R_1^2\left(y_1 + \frac{HR_1^2}{R^2 - R_1^2}\right), \quad \text{si} \quad y_1 = H - \frac{(R^2 - x_0^2)(H - y_0)}{R^2 - R_1^2};$$

(19′ *bis*) Dans le jet : $x =$ constantes tirées des premières (11′), (15′), (16′).

» Les équations (18′), (19′) représentent des hyperboles du troisième degré ayant une asymptote horizontale $y = -\frac{HR^2}{R^2 - R_1^2}$ et une asymptote verticale $x = 0$.

» Enfin, au lieu de (20) et (21), (22) et (23), (24) et (25),

Transformées, dans l'espace central, d'une verticale $x = x_0$ et d'une horizontale $y = y_0$ de l'espace latéral :

$$(20') \quad x = R_1\left(\frac{R^2 - R_1^2}{R^2 - x_0^2}\, e^{-V\frac{t - t_0}{H}}\right)^{\frac{R^2 - R_1^2}{2R_1^2}},$$

$$(21') \quad y + \frac{HR_1^2}{R^2 - R_1^2} = \frac{HR^2}{R^2 - R_1^2}\left(\frac{R_1}{x}\right)^2 - (H - y_0)\left(\frac{R_1}{x}\right)^{\frac{2R^2}{R^2 - R_1^2}} e^{V\frac{t - t_0}{H}};$$

Transformées, dans le jet, d'une verticale $x = x_0$ et d'une horizontale $y = y_0$ de l'espace central :

$$(22') \quad \begin{cases} x = x_0\, e^{\frac{R^2 - R_1^2}{2R^2}\,\frac{y - H - V\frac{R^2}{R_1^2}(t - t_0)}{H}} \\ \text{ou } y = H + V\frac{R^2}{R_1^2}(t - t_0) + \frac{2R^2H}{R^2 - R_1^2}\log\frac{x}{x_0}, \end{cases}$$

$$(23') \quad y = H + V\frac{R^2}{R_1^2}\left[t - t_0 + \frac{R_1^2}{R^2 - R_1^2}\,\frac{H}{V}\log\left(\frac{R_1^2}{R^2} + \frac{R^2 - R_1^2}{R^2}\,\frac{y_0}{H}\right)\right];$$

Transformées, dans le jet, d'une verticale $x = x_0$ et d'une horizontale $y = y_0$ de l'espace latéral :

$$(24') \quad y = H + V\frac{R^2}{R_1^2}\left[t - t_0 + \frac{H}{V}\log\frac{R^2 - x_0^2}{R^2 - R_1^2} + \frac{2R_1^2}{R^2 - R_1^2}\,\frac{H}{V}\log\frac{x}{R_1}\right],$$

$$(25') \quad y = H + V\frac{R^2}{R_1^2}\left[t - t_0 + \frac{H}{V}\log\frac{HR^2(R_1^2 - x^2)}{R_1^2(R^2 - R_1^2)(H - y_0)} + \frac{2R_1^2}{R^2 - R_1^2}\,\frac{H}{V}\log\frac{x}{R_1}\right].$$

» Les transformées expérimentales des lignes horizontales ne sont autre chose, dans les blocs sciés suivant un plan méridien après un écoulement, que les courbes formées par les joints des plaques superposées primitivement planes. Les transformées expérimentales des verticales peuvent être également obtenues en composant les blocs avec des cylindres creux ou

annulaires qu'on emboîterait à frottement doux les uns dans les autres, comme a fait ingénieusement M. Tresca dans une expérience de vérification de la théorie. Les transformées des deux espèces peuvent être obtenues à la fois dans les mêmes échantillons, si l'on compose les plaques avec des anneaux concentriques à section carrée et de même épaisseur horizontale, comme il a été dit au Rapport en date de ce jour.

» Quant aux transformées théoriques, représentées par les équations (20) à (25) dans l'écoulement *varié* ou hors du vase qui se vide, et par les équations (20′) à (25′) dans l'écoulement *permanent* ou hors du vase entretenu plein par des additions de plaques, elles sont toutes faciles à construire par points, pour diverses époques définies par la hauteur variable h du bloc dans l'écoulement varié, et, dans l'écoulement permanent, par l'épaisseur totale

$$Vt$$

des plaques ajoutées successivement en haut sous le piston, ou encore par la longueur du jet qui est

$$Vt\frac{R^2}{R_1^2}.$$

La détermination des grandeurs de leurs ordonnées, pour une suite de grandeurs données des abscisses, peut être faite par tableaux et confiée à des calculateurs.

» En traçant ces transformées théoriques pour diverses époques de l'écoulement, et en les comparant à celles qui auront été fournies par les expériences, on aura le vrai critérium des hypothèses sur lesquelles la théorie ci-dessus se fonde. On verra si l'on peut les garder telles qu'elles ont été posées, ou s'il convient de les modifier.

» Ces hypothèses sont celle $\frac{du}{dy}=0$ de conservation de la verticalité des lignes, celle $\frac{dv}{dx}=0$ de leur horizontalité, enfin celle que la surface de séparation entre la partie latérale, où les vitesses v entre la surface et le fond décroissent de V à zéro, et la partie centrale où elles croissent de V à $v\frac{R^2}{R_1^2}$, *est une surface cylindrique* ayant l'orifice pour base.

» A l'égard des deux premières (3) $\frac{du}{dy}=0$, $\frac{dv}{dx}=0$, dont l'admission revient à adopter les expressions (4) $u=Ax+\frac{B}{x}$, (5) $v=-2Ax+C$, auxquelles elles conduisent quand on les combine avec l'équation de continuité (2), on pourrait les remplacer par l'adoption d'autres expressions que (4) et (5) pour u et v en fonction de x et de y, pourvu qu'elles satisfassent à (2) $\frac{du}{dx}+\frac{u}{x}+\frac{dv}{dy}=0$, et puissent aussi satisfaire aux conditions à la surface, aux parois et au fond.

» Mais la troisième hypothèse, relative à la forme de la surface de séparation des deux parties centrale et latérale, est bien plus facile à modifier, et c'est là-dessus qu'il conviendra de faire porter les premiers essais, s'il y a lieu de s'y livrer. On peut choisir pour cette séparation, au lieu du cylindre, toute surface de révolution autour de l'axe central, pourvu qu'elle s'appuie toujours sur le bord de l'orifice. On peut la rétrécir vers le haut, ou bien l'évaser de manière à la rendre analogue à la *cataracte* imaginée par Newton. Et l'on peut même, dans le mouvement *varié* du bloc qui s'épuise, rendre variable la surface en

question, ou la faire dépendre de la hauteur décroissante h de ce bloc. Il n'en résulte aucun changement dans les intégrations qui ont conduit aux expressions (9), (10), (11), ou (9'), (10'), (11'), toujours subsistantes comme quand la séparation est cylindrique et fixe. Ce qui est à changer quand on fait ainsi l'essai d'une autre surface de séparation, ce sont les expressions (14), (15), (16) ou (14'), (15'), (16') des coordonnées d'un point dans les deux dernières parties, en fonction de celles qu'il a possédées précédemment dans une autre; et les expressions à leur substituer s'obtiendront sans aucune difficulté, en dégageant d'abord l'époque et le lieu du passage d'une partie dans l'autre, comme nous avons fait par un calcul avant d'établir les formules (14) et comme on pourrait aussi le faire graphiquement sur des épures à grande échelle.

» Par de pareils tâtonnements, si les comparaisons dont on vient de parler en font reconnaître la nécessité, il faut espérer qu'on arrivera à des représentations suffisamment exactes de la loi des écoulements des blocs solides, que M. Tresca continue d'élucider avec tant d'habileté et de zèle. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Étude sur la condensation dans les machines à vapeur.* Note de M. **Cousté**, présentée par M. Daubrée.

(Commissaires : MM. Delaunay, Dupuy de Lôme, Cahours.)

« Une importante question se pose depuis longtemps à la sagacité des ingénieurs dans les pays où la navigation à vapeur a pris quelque développement : L'*emploi de la vapeur à pression élevée dans les machines marines*. Le plus grand obstacle qu'on ait rencontré dans cette application consiste dans l'incrustation des générateurs produite par l'eau de mer. En Angleterre, on a essayé de résoudre le problème par l'adoption du *condenseur à surface*, qui permet d'alimenter avec de l'eau dépourvue de matières incrustantes. Cet appareil ne pouvait réussir qu'à la condition de présenter au contact de la vapeur de très-grandes superficies condensantes. De là, des difficultés pratiques qui ont fait échouer les tentatives de Watt, de Hall, de Cavé, de Bourdon, d'Érickson, et tant d'autres. Dans ces dernières années, on a trouvé moyen de donner au condenseur à surface des superficies de plus de 1 mètre carré par force de cheval, et l'on a obtenu ainsi quelques bons résultats. Mais, fondée sur un principe rétrograde, eu égard au principe simple et rationnel de la condensation directe, dans laquelle l'eau agit sur la vapeur par contact immédiat, cette solution ne saurait être le dernier mot dans une question où il s'agit de placer, quant à l'utilisation de la force motrice, la navigation maritime sur le même pied que la navigation

fluviale et l'industrie, qui se servent, presque exclusivement aujourd'hui, de moteurs à moyenne ou à haute pression avec condenseur à injection. Il ne paraîtra donc pas inutile de fouiller encore ce champ de recherches, et le moment ne saurait être plus opportun que celui où le Génie maritime français semble prêt à entrer dans la voie ouverte par nos voisins.

» Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me suis proposé de démontrer la supériorité du principe de la *condensation par injection* sur celui de la *condensation par surface;* de prouver que le condenseur à surface est sujet à des perturbations qui diminuent et peuvent même annuler les avantages de la pression élevée, et que ces avantages ne sont sûrement et pleinement réalisables qu'à l'aide du condenseur à injection; et enfin, d'offrir aux ingénieurs une solution du problème dont il s'agit, fondée sur l'emploi de ce dernier appareil.

» Pour marcher vers ce but avec quelque chance de succès, il fallait se guider d'après l'analyse physico-mathématique du phénomène de la condensation. Or, cette analyse n'ayant pas encore été faite, que je sache, j'ai dû l'établir, et je crois avoir comblé ainsi une lacune regrettable dans la théorie des machines à vapeur.

» Les formules auxquelles j'ai été conduit expriment le travail résistant du condenseur en général, et font ressortir distinctement deux parties afférentes, l'une à la *contre-pression normale*, et l'autre *au retard de la condensation*.

» La discussion de ces formules m'a mis sur la voie d'importantes améliorations dont le condenseur à injection actuel est susceptible.

» Ainsi, elles indiquent que la partie de travail due au retard est en raison inverse : 1° *de la superficie du jet* de l'eau injectée, condition qui a été généralement considérée comme à peu près indifférente, car nulle part on ne voit des dispositions particulières pour diviser l'eau; 2° *d'un facteur* $1+\nu$, dans lequel ν exprime le rapport de la capacité vide du condenseur à celle du cylindre; ce qui prouve, contrairement aux idées reçues, qu'il y a intérêt à augmenter le plus possible la capacité du condenseur; 3° *de la durée du coup de piston,* élément dont on peut disposer dans certaines limites, soit lorsqu'on règle le régime d'un moteur déjà établi, soit quand on projette la construction d'une machine.

» D'un autre côté, je prouve qu'il n'existe pas de maximum pour le taux d'injection, c'est-à-dire qu'il n'est pas de *taux auquel correspondrait une contre-pression normale minima;* et ce résultat du calcul contredit l'opinion généralement admise que, pour *une eau condensante donnée, il n'est pas*

possible d'améliorer le vide en augmentant l'eau introduite, au delà d'un certain taux, indiqué par l'expérience. En fait, et pratiquement, ce vide n'est limité que par le poids des soupapes de la pompe à eau et à air, et l'on peut condenser utilement à une température aussi voisine de celle de l'eau injectée, qu'il convient de le faire dans chaque cas (eu égard notamment au disponible d'eau), *pourvu qu'on opère le mélange intime de cette eau avec la vapeur.* Or j'indique les moyens d'effectuer ce mélange intime.

» En modifiant ces divers éléments dans des limites pratiques, je parviens à réduire le travail du condenseur à injection au quart environ de ce qu'il est actuellement; et, dans le cas où l'on maintiendrait la contre-pression normale à 6 ou 7 centimètres de mercure, minimum de celle qu'on obtient aujourd'hui dans les meilleures machines, je fais voir qu'on peut économiser le tiers de l'eau injectée, ce qui permettra d'appliquer la condensation dans des cas où la rareté de l'eau s'y oppose.

» Passant au condenseur à surface, je montre que la paroi refroidissante est sujette à des incrustations qui ralentissent tellement la transmission du calorique, que la superficie *minima* étant 1 dans le cas de la paroi *décapée*, elle est 23 pour le cas d'une croûte de 1 millimètre sur les deux faces; que, si, l'incrustation augmentant, la superficie tombe au-dessous du minimum correspondant, le travail du condenseur croît très-vite avec l'épaisseur des croûtes; si, par exemple, l'augmentation de celles-ci est de $\frac{1}{10}$, le travail passe de 23 à 55. Et, si l'on compare entre eux deux moteurs identiques marchant, le premier à 2 atmosphères, et le second à 5 atmosphères, l'utilisation de la force se trouve dans le rapport de 1 à 4,91 dans le cas où ils auraient même condenseur à injection, et de 1 à 2,75 dans le cas où le premier ayant toujours son condenseur à injection, le second condenserait par surface inscrustée de $\frac{1}{10}$ au delà de l'épaisseur de croûte qui réduit la superficie de paroi à son minimum; un faible accroissement d'épaisseur suffirait pour ramener le rapport à l'unité, c'est-à-dire pour annuler entièrement les avantages de la haute pression.

» Il était utile, pour bien préciser l'influence des incrustations sur la conductibilité de la paroi refroidissante, d'examiner un fait d'expérience, qui semble d'abord paradoxal, mais qui est affirmé par beaucoup d'ingénieurs, et dont, au reste, Péclet propose une explication plausible : c'est que *le métal décapé conduit moins bien la chaleur que lorsqu'il est couvert d'une très-légère inscrustation.* Mes calculs confirment l'exactitude du fait, et avec des particularités qui cadrent parfaitement avec l'explication donnée par Péclet.

» De ce qui précède, j'ai cru pouvoir conclure que le condenseur à sur-

face est notablement inférieur au condenseur à injection, surtout eu égard aux améliorations dont celui-ci est susceptible; qu'il y a lieu en conséquence de revenir au principe de l'injection dans les applications de la pression élevée aux machines marines; et j'en trouve le moyen pratique dans le principe de la *condensation monhydrique*, qui consiste à injecter dans le condenseur de l'eau *toujours la même*, purgée préalablement de sels calcaires, et qu'on refroidirait chaque fois qu'elle aurait passé dans l'appareil, afin de la rendre apte à condenser de nouveau.

» Mon Mémoire se termine par la description du dispositif qui doit réaliser toutes les conditions essentielles de cette application. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Faits pour servir à l'histoire du phosphate de chaux.* Note de MM. **L. Dusart** et **E. Pelouze**, présentée par M. Dumas.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« Dans un travail intitulé : *Recherches sur l'assimilation du phosphate de chaux*, l'un de nous a démontré que, sous l'influence du suc gastrique et par l'action de l'acide lactique très-dilué, le phosphate de chaux subit une décomposition partielle en donnant un mélange de lactate et de phosphate acide de chaux.

» Il nous a paru intéressant d'étendre cette observation et d'étudier, en particulier, l'action de l'acide carbonique sur le phosphate de chaux, espérant par là jeter quelque jour sur le mode d'assimilation encore obscur du phosphate de chaux par les végétaux.

» En 1846, M. Dumas remarquait le premier que l'eau chargée d'acide carbonique est un dissolvant du phosphate de chaux; il observait qu'en plaçant dans des bouteilles d'eau de Seltz des lames d'ivoire, elles s'y ramollissaient comme dans l'acide chlorhydrique, tandis que l'eau de Seltz se chargeait de tout le phosphate calcaire, et il admettait que c'est sous cette forme que le phosphate de chaux pénètre dans la plante.

» Lassaigne confirma le même fait, mais il n'analysa pas le phénomène, et regarda la réaction comme une dissolution du sel par l'acide carbonique.

» Nous avons reconnu que cette action n'est pas si simple et que l'acide absorbé dans la réaction donne naissance à de nouveaux produits.

» Si l'on met, dans un vase de quelques litres, plein d'eau saturée d'acide carbonique, du phosphate de chaux gélatineux, on remarque qu'au bout de quelque temps l'acide carbonique a disparu en partie et que

le phosphate lui-même a notablement diminué. Le liquide transparent, obtenu par filtration, abandonne, par la chaleur, un précipité cristallin composé de phosphate et de carbonate de chaux.

» Le phosphate formé dans ces conditions n'est plus du sel tribasique, mais un phosphate bibasique, résultant de l'élimination d'un équivalent de base aux dépens du sel précédent.

» Pour le démontrer, nous prenons une quantité quelconque du précipité et nous l'exposons à l'action d'une chaleur modérée, de manière à éliminer toute l'eau que le sel contient, sans cependant décomposer le carbonate. Cette opération a pour but de transformer le phosphate bibasique en pyrophosphate. Cette élimination d'eau est du reste très-facile.

» Après refroidissement, nous dissolvons la substance dans l'acide chlorhydrique froid, puis nous la précipitons par l'ammoniaque caustique. Le précipité calciné pèse 0,51; il est remis en digestion avec l'acide chlorhydrique étendu d'eau, pendant plusieurs heures, additionné de chlorure de calcium et enfin précipité par l'ammoniaque caustique. Ce précipité calciné pèse 0,62; la différence 0,11 représente justement la quantité d'oxyde de calcium suffisante pour transformer le pyrophosphate en phosphate bibasique.

» L'attaque du phosphate tribasique par l'acide carbonique donne toujours un produit mélangé de carbonate de chaux. On l'obtient à un degré de pureté absolu de la manière suivante : on prend une dissolution de phosphate acide de chaux, $\frac{10}{100}$ environ, et on y ajoute peu à peu du carbonate de chaux précipité. Il se fait une effervescence, en même temps qu'il se dépose un corps blanc, cristallin. Si la proportion de carbonate de chaux est suffisante, la liqueur est presque complétement dépouillée de phosphate acide; il suffit alors de laver le produit avec une solution faible de phosphate acide, puis en dernier lieu par de l'eau distillée, pour amener le sel à un degré de pureté suffisant pour l'analyse. Ainsi préparé, le phosphate de chaux bibasique est un corps blanc, grenu, cristallin, légèrement soluble dans l'eau distillée (0,28 pour 1000), plus soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique (0,66 pour 1000); il renferme 6 équivalents d'eau dont un de composition et a pour formule $PhO^5, 2CaO, HO, 5HO$. Il paraît différer de celui obtenu par double décomposition avec le phosphate de soude et le chlorure de calcium, qui contiendrait seulement 3 équivalents d'eau.

» Le phosphate de chaux bibasique prend donc naissance soit qu'on attaque le phosphate de chaux tribasique par l'acide carbonique, soit qu'on fasse réagir le phosphate acide de chaux sur le carbonate.

» La notion de ces faits nous permet de concevoir quel procédé la nature emploie pour présenter à la plante le phosphate qui doit concourir à former son squelette. C'est, en effet, sous forme soluble que le végétal absorbe les matières qui doivent servir à sa nutrition. Le phosphate de chaux ordinaire, complétement insoluble dans l'eau, doit donc subir une transformation préalable qui le rende soluble : c'est l'acide carbonique dissous dans l'eau qui accomplit cette première élaboration, réaction analogue à celle qui se passe chez les animaux dont l'estomac amène le phosphate à l'état soluble en le métamorphosant en phosphate acide et lactate de chaux.

» L'importance du rôle que nous attribuons au phosphate de chaux bibasique se trouve singulièrement confirmée par les faits de la pratique journalière. En effet, en Angleterre, depuis nombre d'années, l'agriculture emploie d'énormes quantités de superphosphate de chaux, et la France, instruite par son exemple, tend à substituer de plus en plus au phosphate ordinaire cette préparation dont l'action est des plus marquées. Or le superphosphate, qui n'est autre chose que le phosphate acide de chaux impur, une fois répandu sur le sol, attaque sous l'influence de l'humidité le carbonate de chaux et se transforme ainsi en phosphate bibasique. Comme il n'est pas possible d'admettre qu'une substance quelconque soit absorbée, en quantité utile, par les végétaux dès les premiers jours de son épandement sur les terres, si le superphosphate ne subissait pas cette transformation qui diminue sa trop grande solubilité, il serait certainement entraîné dans le sous-sol, aux premières grandes pluies, et l'agriculture n'en tirerait qu'incomplétement parti.

» D'un autre côté, la facilité avec laquelle on peut préparer industriellement le phosphate bibasique de chaux dans un grand état de pureté, nous fait croire qu'il est appelé à remplacer le phosphate ordinaire et même le superphosphate, toujours mélangés dans une large proportion à des produits qui n'exercent aucune action améliorante sur les végétaux et dont le transport, tout au moins, est mis inutilement à la charge du cultivateur. »

CHIMIE. — *Note sur la manière d'agir de l'éther au contact de l'iodure de potassium*; *par* **M. A. Houzeau.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« La contre-épreuve citée par M. Sauvage dans sa Note du 8 juin dernier, à l'appui de son opinion, consiste à agiter de l'éther avec une solution

d'iodure de potassium sans addition préalable d'acide sulfurique. Dans ce cas, l'éther reste incolore; il jaunit lorsqu'au mélange on ajoute de l'acide très-dilué. « Voilà, dit-il, la preuve que c'est bien l'acide sulfurique et non » l'éther qui décompose l'iodure, contrairement à ce que prétend une » fausse théorie. »

» Mais si, en agitant de l'éther impur avec la solution iodurée, M. Sauvage n'a pas obtenu de coloration par l'iode en l'absence de l'acide sulfurique, c'est que le peroxyde d'hydrogène de son éther ne saurait agir sur l'iodure en l'absence d'un acide, attendu qu'il a été déjà établi (1) que l'eau oxygénée neutre et l'iodure sont sans action l'un sur l'autre. Et ce qui prouve que, dans l'expérience actuelle, c'est bien l'impureté de l'éther qui intervient toujours, c'est qu'en la répétant avec un éther privé de peroxyde d'hydrogène et tout récemment préparé, les autres réactifs demeurant purs, on n'obtient pas de coloration avec ou sans addition d'acide.

» En conséquence, je maintiens comme un fait incontestable l'inaltérabilité d'un mélange d'iodure de potassium neutre et d'acide sulfurique pur, en dissolution étendue et dans les conditions indiquées dans mes travaux sur l'ozone et l'eau oxygénée. »

M. **Bertrand de Lom** adresse un complément à sa Note sur les formations éruptives du bassin de l'Allier et de la partie supérieure du bassin de la Loire.

« ... Pour démontrer l'origine éruptive des produits péridotiques, on peut citer :

» 1° L'existence en quantité considérable des produits péridotiques dans des roches volcaniques des plus anciens systèmes, tels que dans certains *pépérino*, pendant la formation desquels aucune action chimique n'a pu avoir lieu, puisque ces roches sont le résultat du brassement de l'action volcanique sur les matériaux empruntés par elle aux couches du sol de notre globe : conséquemment pas de formation de minéraux d'aucune sorte dans de telles circonstances.

» 2° La quantité bien plus grande encore de ces mêmes produits dans certaines coulées de basalte, où ils se présentent en masses considérables, comprimées et arrondies par le brassement de l'action volcanique, tandis que d'autres coulées de basalte, en contact avec les premières, en sont en quelque sorte privées.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIII.

» 3° Enfin, la quantité énorme qui est rejetée par certains volcans, sous forme de bombes ou larmes volcaniques, projectiles vitrifiés ou scorifiés dans toutes leurs parties, et parfois transformés en une sorte d'obsidienne opaque, de couleur noirâtre, laissant apercevoir seulement quelques grains d'enstatite et d'olivine.

» J'ajoute enfin que les serpentines de certains points du bassin de l'Allier, qui recèle d'ailleurs les produits péridotiques en quantité très-grande sont composées de *serpentines diallage, asbeste, spinelle*. Cette composition est tout à fait semblable à celle de quelques variétés de la nouvelle lherzolite, avec cette seule différence que l'asbeste tient ici lieu d'un des pyroxènes (du diopside) que nous avons signalés dans les autres produits, si toutefois la substance rouge fibreuse problématique signalée n'est pas une variété d'asbeste. Dans tous les cas, cette différence n'aurait aucune importance, puisque le *diopside*, par altération, donne naissance, comme l'on sait, à de l'asbeste. »

(Commissaires : MM. Delafosse, Daubrée, Ch. Sainte-Claire Deville.)

M. Huot appelle l'attention de l'Académie sur un Mémoire qui a été adressé par lui, le 3 juin 1867, « sur la division des angles ».

Ce Mémoire sera renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Serret, Bertrand, Bonnet.

M. Allégret adresse une « Note en réponse à diverses observations qui le concernent et qui ont été publiées dans le *Compte rendu* de la séance du 15 juin. »

Cette Note est renvoyée à l'examen de la Section de Géométrie.

M. H. de Villeneuve-Flayosc adresse une Note relative à la position des embouchures de la Gironde, du Pô et du Rhin aux sommets d'un triangle équilatéral, et sur les rapports de ce triangle avec le centre D du réseau pentagonal.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Galezowki adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, une brochure ayant pour titre : « Du diagnostic des maladies des yeux par la chromatoscopie rétinienne, précédé d'une étude sur les lois physiques et physiologiques des couleurs », et joint à cet envoi une

indication manuscrite des points sur lesquels il désire attirer spécialement l'attention de la Commission.

Cet ouvrage est renvoyé à la Commission, qui jugera s'il doit être admis au concours de cette année, bien que le délai fixé pour l'envoi des pièces de ce concours soit expiré.

M. G. Little adresse un Mémoire, écrit en anglais, et relatif à la Télégraphie électrique.

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel.)

M. Pastorelly adresse une Note concernant un remède contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, conformément à sa demande, sur les reliquats des fonds Montyon, la somme qui doit être mise à la disposition de *M. Becquerel*, pour lui donner les moyens de poursuivre les observations météorologiques entreprises dans cinq stations du département du Loiret.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la distribution des flux de chaleur et des conductibilités dans les milieux homogènes cristallisés.* Note de M. P. Morin, présentée par M. Serret.

« En cherchant, il y a plusieurs années, à discuter la construction donnée par M. Lamé pour tracer, dans un milieu homogène cristallisé, la direction du flux qui traverse un élément plan donné et la conductibilité correspondante, j'avais été conduit à quelques lois simples, que je me permets de soumettre à l'Académie, à cause de l'analogie que certaines d'entre elles offrent avec des résultats signalés dans une récente communication.

» Je suppose qu'en un point du milieu on fasse tourner un élément plan d'une manière continue, et qu'on se propose de suivre les variations qui se produisent, tant dans la direction du flux que dans la conductibilité. Il est clair que cette question, qui, au point de vue géométrique, n'est autre que l'étude des familles de cônes qu'on peut déduire les unes des autres par un certain mode de corrélation, a besoin d'être limitée ici à ce qu'elle a de

plus simple, et de plus propre à bien faire concevoir la constitution calorifique du milieu.

» 1° Admettons d'abord que l'élément tourne autour d'une droite D, alors son flux se meut dans un certain plan. Si, de plus, l'on conçoit un second milieu, ayant même ellipsoïde principal que le proposé, et des conductibilités tangentielles de même valeur, mais de signes différents, qu'on désigne le milieu proposé sous le nom de *positif* et celui-ci sous le nom de *négatif*, le plan dont il s'agit sera celui qui, considéré dans le milieu négatif, aurait son flux suivant la droite D.

» 2° A un même élément correspondent, dans les deux milieux, des flux différents en direction. Il existe toujours un élément π, et un seul, pour lequel ces directions se confondent en une seule Δ. Ce plan a pour équation

$$\lambda x + \mu y + \nu z = 0,$$

λ, μ, ν étant les conductibilités tangentielles principales du milieu donné. Il admet pour direction de son flux Δ son diamètre conjugué par rapport à l'ellipsoïde principal. Cette droite est la seule telle que les plans qui, dans les deux milieux, admettent des flux de même direction, se trouvent confondus en un seul. Appelons, pour simplifier Δ, π flux double et plan double, et nommons s l'ellipse que trace le plan double dans l'ellipsoïde principal.

» Les droites qui joignent deux à deux les points où les deux flux de tout élément passant par le flux double percent l'ellipsoïde principal, enveloppent, dans le plan double, une ellipse obtenue en raccourcissant les rayons de s dans le rapport $\sqrt{\frac{\alpha\beta\gamma}{\Delta}}$,

$$\Delta = \alpha\beta\gamma + \alpha\lambda^2 + \beta\mu^2 + \gamma\nu^2,$$

α, β, γ étant les conductibilités normales principales. La trace de l'élément sur le plan double et son flux se déplacent donc en comprenant dans s un secteur elliptique constant. Réciproquement, les plans qui ont leur flux f dans le plan double passent par le flux double, et le plan Δf les suit dans leur mouvement, de manière à détacher dans l'ellipsoïde principal un onglet constant.

» D'après le théorème I, si l'on considère avec un élément le plan qui contient ses deux flux, ce dernier a son flux positif dans le premier. Donnons à ces éléments le nom de *correspondants;* alors, deux éléments correspondants pour l'un des milieux le sont aussi pour l'autre. Les groupes

d'éléments correspondants sont tous les systèmes de plans diamétraux conjugués de l'ellipsoïde principal qui se coupent sur le plan double. Le plan double seul admet une infinité de correspondants, qui sont tous les éléments passant par le flux double. Le plan qui contient les flux des éléments correspondants passe par cette droite, et ces flux y forment un système de diamètres conjugués de l'ellipsoïde

$$\alpha\beta\gamma\left(\frac{x^2}{\alpha}+\frac{y^2}{\beta}+\frac{z^2}{\gamma}\right)+(\lambda x+\mu y+\nu z)^2=\Delta,$$

lequel touche l'ellipsoïde principal à l'extrémité du flux double, et coupe le plan double suivant l'ellipse obtenue en augmentant les rayons de s dans le rapport $\sqrt{\frac{\Delta}{\alpha\beta\gamma}}$. Cet ellipsoïde recevra le nom d'*ellipsoïde extérieur*.

» Les propositions qui précèdent conduisent immédiatement à une construction simple des flux. Un élément étant donné, on tracera parallèlement au plan double, et par l'extrémité du diamètre conjugué à cet élément par rapport à l'ellipsoïde central, une tangente à cet ellipsoïde jusqu'à la rencontre de celui que nous nommons *extérieur*. Les rayons de ces deux points seront les directions des flux.

» On peut encore présenter cette loi de la manière suivante. L'onglet ellipsoïdal, compris entre deux plans joignant le flux double au flux cherché et à la trace de l'élément donné sur le plan double, est constant et égal à $\frac{V}{4}\left(1-\frac{2}{\pi}\operatorname{arc\,tang}\sqrt{\frac{\Delta}{\alpha\beta\gamma}-1}\right)$, V étant le volume de l'ellipsoïde extérieur. En outre, dans l'ellipse que détermine sur cet ellipsoïde le plan du flux cherché et du flux double, le flux et la trace de l'élément sont deux diamètres conjugués.

» De cette construction on conclut que, quand l'élément roule sur un cône ayant pour base une section faite dans l'ellipsoïde principal parallèlement au plan double, le flux tourne sur un cône dont la base est une section semblable. Tout plan passant par le flux double détermine sur ces cônes deux génératrices qui sont des diamètres conjugués de l'ellipse qu'il détache sur l'ellipsoïde principal. Enfin les génératrices de contact de l'élément et les positions des flux tournent autour du flux en donnant naissance à des onglets coniques proportionnels. Cet énoncé montre d'une manière fort claire comment varient les directions des flux.

» Considérons maintenant la grandeur des conductibilités. Si, sur la direction du flux qui traverse un élément donné, on porte la conductibilité correspondante, le point obtenu sera aussi éloigné du plan double que

l'extrémité du flux double sur l'ellipsoïde des conductibilités l'est de l'élément donné.

» Il s'ensuit que, pour tous les éléments également inclinés sur le flux double, les flux sont distribués sur le cône du second degré dont la base est la section faite, dans l'ellipsoïde des conductibilités, par le plan mené parallèlement au plan double, à une distance égale à celle qui sépare des éléments donnés l'extrémité du flux double. De plus, quand l'élément parcourt son cône de révolution, les angles dont tourne autour du flux double leur génératrice de contact et les onglets coniques que forment les flux autour du diamètre conjugué du plan double sont proportionnels.

» Tous les éléments pour lesquels la conductibilité est constante enveloppent des cônes homofocaux dont les axes sont ceux de l'ellipsoïde des conductibilités du milieu négatif, et dont les focales sont les asymptotes de sa focale hyperbolique. Leurs flux tracent, pendant ce temps, les cônes du second degré dont les directrices sont les sections faites, dans l'ellipsoïde du milieu positif, par les sphères dont le rayon est la constante donnée.

» Quand un élément tourne autour d'une droite donnée, les conductibilités maximum et minimum ont lieu lorsqu'il devient tangent aux cônes homofocaux qui passent par cette droite. Les flux correspondants sont les axes de l'ellipse que forme le plan dans lequel se trouvent tous les flux de l'élément mobile, et le secteur elliptique dont tournent ces flux est à l'angle dont tournent les éléments dans le rapport $\frac{3V}{8\pi\rho}$, V étant le volume de l'ellipsoïde des conductibilités et ρ la conductibilité relative à la droite donnée.

» Il est nécessaire, pour compléter ceci, de savoir comment sont disposés les deux ellipsoïdes des conductibilités. Or ces ellipsoïdes sont égaux; les flux des éléments principaux forment dans chacun d'eux un système de diamètres conjugués identiques en longueur, mais assemblés différemment. Si l'on considère les trois couples de diamètres de même longueur dans ces deux ellipsoïdes, et si dans les plans qu'ils forment on mène les bissectrices, puis des plans perpendiculaires, ceux-ci passent par une même droite qui est perpendiculaire au plan double.

» Les lois précédentes simplifient beaucoup les relations analytiques exprimant la dépendance des flux et des éléments. Rapportant aux axes de l'ellipsoïde positif les cosinus *mnp* de la normale à l'élément, à ceux de l'ellipsoïde négatif les cosinus du flux $m'n'p'$, appelant ρ la conductibilité, ρ_1, ρ_2, ρ_3 les axes des deux ellipses, on a

$$\rho m' = \rho_1 m, \quad \rho n' = \rho_2 n, \quad \rho p' = \rho_3 p,$$

formules d'où l'on pourrait tirer une nouvelle construction simple du problème.

» Ajoutons, en terminant, que les éléments qui admettent une conductibilité dont la composante normale à leur direction est ω, enveloppent une famille de cônes homofocaux dont les axes sont ceux de l'ellipsoïde principal, et dont les focales sont les asymptotes de sa focale hyperbolique. Les flux tracent des cônes du second degré dont les directrices sont les courbes tracées, sur l'ellipsoïde positif, par des ellipsoïdes semblables à l'ellipsoïde extérieur, et dont les dimensions varient proportionnellement à $\sqrt{\omega}$. »

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète de Winnecke.* Note de **M. C. Wolf**, présentée par M. Le Verrier.

« J'ai réussi, dès le 17 juin, à voir le spectre de la nouvelle comète de Winnecke, avec un spectroscope à vision directe, muni d'une fente. L'éclat de l'astre était encore très-faible à cette époque; il a augmenté progressivement jusqu'au 24, où la comète a présenté un noyau bien défini, une chevelure sous-tendant un angle d'environ 8 minutes, et une queue de plusieurs degrés, dirigée à l'opposé du Soleil. Ces variations n'ont modifié que très-légèrement le spectre de la nébulosité et du noyau.

» Si l'on observe la comète au spectroscope, en rétrécissant successivement la fente, d'abord largement ouverte, on voit le spectre se partager en trois bandes lumineuses séparées par des intervalles qui semblent complétement obscurs. Mais, quelle que soit la largeur de la fente, même lorsqu'elle est réduite à une petite fraction de millimètre, les bandes ne se rétrécissent pas jusqu'à devenir des lignes brillantes. Une fois amenées à un certain degré de largeur, elles ne font que s'affaiblir par la diminution d'ouverture, et les bords, le plus réfrangible surtout, restent toujours assez mal définis. L'augmentation d'éclat de la comète m'a paru produire simplement un léger élargissement de ces bandes. On n'a donc là rien de semblable aux lignes brillantes qu'offrent les spectres des nébuleuses ou des étoiles que j'ai signalées l'an dernier. L'aspect rappelle beaucoup mieux celui des spectres cannelés des étoiles du troisième type du P. Secchi, lorsque les bandes d'absorption sont larges et l'étoile assez faible, ou bien encore l'apparence des spectres d'absorption de certains liquides colorés.

» De ces trois bandes lumineuses, la plus brillante est située entre les raies solaires *b* et F, presque au contact de *b*. Les deux autres sont beaucoup plus pâles : l'une est placée entre D et E, un peu plus près de E que

de D; l'autre est au delà de F, mais assez voisine de cette ligne. Voici les mesures approchées que j'ai pu obtenir des distances de ces bandes à la raie D, exprimées en parties du micromètre :

Raie D		0
Première bande de la comète	1er bord	126
	2e bord	218
Raie E		296
Raie *b* (la double)		356
Deuxième bande de la comète	1er bord	358
	2e bord	436
Raie F		575
Troisième bande de la comète	1er bord	636
	2e bord	749
Raie G		1158

» Il m'a été impossible de voir aucune trace de lumière dans le rouge. Le spectre du noyau ne parait pas différer de celui de la nébulosité.

» Si l'on compare le spectre de la comète de Winnecke à celui de la comète de Brorsen, tel que l'a décrit le P. Secchi, on trouve entre les deux une identité presque absolue, à cette différence près que le P. Secchi a vu des raies brillantes là où j'ai vu des bandes. En réduisant, en effet, les positions des raies données par le P. Secchi à ce qu'elles seraient dans mon appareil, on trouve les nombres suivants :

Première raie brillante	165
Deuxième raie brillante	403
Troisième raie brillante	690

» On voit que ces positions, nécessairement entachées des erreurs de réduction d'un appareil à l'autre, placent les raies de la comète de Brorsen sur les bandes de la comète de Winnecke. Il y aurait donc un grand intérêt à ce que le P. Secchi voulût bien observer la nouvelle comète, s'il ne l'a déjà fait, comme il a observé celle de Brorsen. Ce que j'ai remarqué de l'élargissement des bandes avec l'augmentation d'éclat de la nouvelle comète expliquerait comment celle de Brorsen, beaucoup plus faible, n'a donné que des bandes très-étroites ou des raies. »

PHYSIQUE. — *Note sur l'introduction dans l'explication des phénomènes de l'induction d'une résistance dite* dynamique. Note de **M. F.-P. Le Roux**, présentée par M. Ed. Becquerel.

« A l'occasion d'un Mémoire présenté dans la dernière séance, et dans lequel on présente comme une découverte nouvelle l'introduction, dans

l'explication des phénomènes de l'induction, d'une résistance des conducteurs qui serait spéciale à l'état induit, et plus considérable que la résistance mesurée à la manière ordinaire avec des courants constants, je demanderai à l'Académie la permission de rappeler les résultats auxquels je suis parvenu sur cette question dans des travaux antérieurs (1).

» Les passages suivants de mes conclusions paraîtront sans doute suffisamment explicites. Je disais en 1857 :

« De l'ensemble des faits connus, je crois pouvoir faire sortir avec une » certitude presque absolue les principes suivants :

» Lorsqu'un circuit a des parties en mouvement, ou qu'il est traversé » par des courants discontinus, ou bien que les deux choses ont lieu à la » fois, les diverses parties de ce circuit (je parle du circuit lui-même et non » des corps avoisinants) s'échauffent comme s'il était immobile, que le » courant fût continu et qu'il présentât la même intensité que lorsqu'il » est discontinu. Le mouvement d'une portion du circuit (mouvement » nécessairement accompagné d'un travail mécanique) ou la discontinuité » du courant font naître une résistance spéciale que j'appelle *résistance* » *dynamique*. »

» J'expliquais antérieurement que cette résistance dynamique était une résistance qui prenait naissance toutes les fois que l'état du circuit n'était pas le même pendant les divers éléments successifs de la période variable, et que la qualification de *dynamique* lui était donnée par opposition à la résistance considérée dans les circonstances habituelles, relatives à l'état permanent, et à laquelle je donnai le nom de *résistance statique*.

« L'intensité du courant, c'est-à-dire la quantité de travail mise en jeu » pendant l'unité de temps, est toujours en raison inverse, toutes choses » égales d'ailleurs, de la somme des résistances, dynamiques ou statiques.

» Le travail mis en jeu, que ce travail soit extérieur comme dans les » machines magnéto-électriques, ou intérieur comme dans les appareils où » entrent des éléments de pile, ce travail se partage entre les diverses par- » ties du circuit proportionnellement aux résistances dynamiques et sta- » tiques de ces parties. »

» J'éprouve donc une réelle satisfaction à voir que cette idée d'une ré-

---

(1) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 414 (1857), et *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, t. I, p. 582 (1861) : « Études sur les machines électro-magnétiques et magnéto-électriques. »

Les citations ci-dessus sont empruntées à l'article des *Comptes rendus*.

sistance dynamique, que j'ai émise il y a *onze* ans, comme résultat intuitif de mes recherches sur l'induction, se trouve confirmée par les expériences tout à fait directes que MM. Jamin et Roger viennent de réaliser à l'aide des moyens exceptionnels qui se trouvent à leur disposition.

» En variant la vitesse de rotation de la machine, ils trouveront sans doute que la résistance dynamique, au moins telle que je la conçois, augmente rapidement avec cet élément de la question. Ce n'est, en effet, qu'une valeur moyenne entre celles que peut prendre une certaine fonction du temps, pendant l'intervalle où le courant est variable, valeur telle qu'il la faudrait supposer pour que celui-ci eût une intensité permanente égale à son intensité moyenne définie, je suppose, par des effets électrochimiques, la force électromotrice étant elle-même prise avec une valeur moyenne convenable. La résistance dynamique ainsi définie doit donc dépendre de la durée absolue de la période d'état variable, et aussi de la loi de cette variabilité. »

CHIMIE. — *Sur la densité de vapeurs du calomel.* Note de **M. H. Debray**, présentée par M. Dumas.

« La densité de vapeurs du sous-chlorure de mercure a été déterminée par Mitscherlich et plus récemment par MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost; le nombre trouvé par ces derniers expérimentateurs ($D = 8,21$) diffère peu du nombre théorique (8,15), auquel on arrive en supposant que la formule Hg Cl corresponde à 4 volumes de vapeurs ($Hg = 200$, $Cl = 35,5$, $H = 1$ représentant 2 volumes).

» Mais les chimistes qui adoptent avec M. Wurtz les idées modernes sur l'atomicité, représentent le calomel par la formule $Hg^2 Cl^2$, pour des raisons que je ne puis développer ici, et comme d'autre part ils n'admettent pas que la formule d'un corps puisse correspondre à 8 volumes de vapeurs, ils supposent que le protochlorure de mercure est dédoublé à la température à laquelle on a pris sa densité de vapeurs en mercure métallique Hg et en bichlorure Hg Cl, occupant chacun 4 volumes de vapeurs (1).

» Il est facile, au contraire, de démontrer que le calomel ne se décompose pas, même partiellement, en mercure métallique et bichlorure, du

(1) « A la vérité, cette dernière (la formule $Hg^2 Cl^2$) paraît infirmée par la densité de vapeurs du calomel, qui n'est que la moitié de la densité déduite de la formule $Hg^2 Cl^2$. Mais on peut supposer, à bon droit, qu'il y a ici un cas de dissociation, car on sait avec quelle facilité les composés mercureux se dédoublent en mercure et composés mercuriques. » Wurtz, *Leçons de la Société chimique*, 1864, p. 163.

moins dans les circonstances où sa densité de vapeurs a été déterminée, puisqu'une lame d'or introduite dans le ballon où l'on prend cette densité à 440 degrés, température d'ébullition du soufre, conserve tout son éclat et toute sa malléabilité.

» On peut d'ailleurs s'assurer de la sensibilité de la réaction, en mettant une lame d'or au contact des vapeurs du bi-iodure de mercure à une température voisine du rouge sombre; ce corps commençant à se dissocier dans ces conditions, comme l'a démontré récemment M. H. Sainte-Claire Deville par une autre méthode, on voit, après l'expérience, que la lame d'or blanchie par le mercure est devenue tellement cassante, que le frottement des doigts suffit pour la réduire en poussière. Par conséquent le calomel n'éprouve point de dissociation, même partielle, à 440 degrés, et s'il était bien établi que sa formule est $Hg^2 Cl^2$, il faudrait le joindre à la liste des corps dont la densité de vapeurs correspond à 8 volumes. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur l'action du gaz hypochloreux sec sur un mélange d'iode et d'anhydride acétique.* Note de **M. P. Schützenberger**, présentée par M. Balard.

« On sait, d'après des travaux que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences il y a quelques années, que l'acide hypochloreux et l'anhydride acétique réagissent l'un sur l'autre pour donner un composé offrant les caractères d'un acétate, dans lequel le métal est représenté par du chlore. On a, en effet,

$$2(C^2 H^3 O)O + Cl^2 O = 2(C^2 H^3 O\,Cl\,O).$$

La composition centésimale et l'ensemble des propriétés de ce corps, particulièrement l'action des métaux qui dégagent du chlore libre, à froid, avec production d'un acétate métallique, celle de l'éthylène qui s'y unit directement en donnant le glycol acétochlorhydrique

$$C^2 H^4 + C^2 H^3 O\,Cl\,O = (C^2 H^4)''[(C^2 H^3 O^2)\,Cl],$$

ne laissent aucun doute sur la composition et la constitution de ce produit que j'ai désigné sous le nom d'*acétate de chlore*.

» L'acétate de chlore est décomposé à froid par l'iode, avec dégagement de chlore; on obtient un composé solide, cristallisable en beaux prismes volumineux, transparents et incolores; mais, chose remarquable, la substitution de l'iode au chlore, au lieu de se faire dans les rapports atomiques,

comme on pouvait s'y attendre, a toujours lieu dans la proportion de 1 atome d'iode pour 3 atomes de chlore, et le produit solide a une composition réprésentée par la formule

$$\left.\begin{matrix} 3(C^2H^3O) \\ I''' \end{matrix}\right\} O^3 \quad \text{et non par} \quad \left\{\begin{matrix} C^2H^2O \\ I' \end{matrix}\right\} O.$$

La réaction génératrice est donc

$$\left.\begin{matrix} 3(C^2H^3O) \\ Cl^3 \end{matrix}\right\} O^3 + I''' = Cl^3 + I'''(C^2H^3O^2)^3.$$

» L'iode fonctionne comme élément triatomique susceptible de fixer 3 atomes d'oxacétyle comme il peut fixer 3 atomes de chlore dans le trichlorure d'iode $I'''Cl^3$. Il est à remarquer que les tendances triatomiques de l'iode ne se révèlent que tant qu'il joue un rôle électropositif; on ne connaît, en effet, aucun iodure métallique de la forme $I'''M^3$. En raison de la complication moléculaire de ce corps, auquel j'ai donné d'abord le nom d'*acétate d'iode*, il convient peut-être de lui appliquer une nomenclature se rapprochant de celle des éthers des alcools polyatomiques, tels que la glycérine et le glycol. Nous pouvons, en effet, le comparer à de la glycérine triacétique dans laquelle le radical $(C^3H^5)'''$ serait remplacé par I''',

$$(C^3H^5)'''(C^2H^3O^2)^3, \text{ triacétine,}$$
$$I'''(C^2H^3O^2)^3$$

et l'appeler, par exemple, *iodol triacétique*. $I'''Cl^3$ serait l'iodol trichlorhydrique. D'après cela, la théorie permet de prévoir deux composés intermédiaires : l'un

$$I'''(C^2H^3O^2)^2Cl, \text{ iodol diacétochlorhydrique}$$

et

$$I'''(C^2H^3O)Cl^2, \text{ iodol acétodichlorhydrique.}$$

C'est, en effet, ce que mes nouvelles expériences ont en partie confirmé.

» Je prépare depuis longtemps, avec la plus grande facilité, l'iodoltriacétique en dirigeant un courant d'acide hypochloreux sec dans de l'anhydride acétique tenant en suspension de l'iode et en refroidissant le mélange avec de l'eau, et j'ai, dès le début, signalé la production de cristaux jaunes en aiguilles dont la formation précède celle des cristaux grenus d'iodoltriacétique. Les premiers cristaux se forment en abondance à peu près au moment où tout l'iode est dissous, et lorsque le liquide ne conserve plus qu'une teinte orangée. En prenant deux parties d'anhydride acétique pour une partie d'iode, le liquide se prend en masse. On purifie facilement ces

cristaux en les dissolvant à chaud dans l'anhydride acétique (à 60 degrés); ils se déposent par refroidissement en belles et longues aiguilles jaune clair; mais il est très-difficile de les isoler de leur eau mère acétique, dans un état convenable pour l'analyse, vu leur grande altérabilité. Je n'avais donc pu constater que la présence simultanée du chlore et de l'iode dans le rapport des équivalents.

» Dans ces derniers temps, il m'a été permis de brûler ce corps après l'avoir traité de la manière suivante. Les aiguilles purifiées par deux ou trois cristallisations dans l'anhydride acétique, sont bien égouttées et lavées à plusieurs reprises avec du tétrachlorure de carbone refroidi à 10 degrés au-dessous de zéro, et enfin séchées dans le vide sec pour éliminer l'excès de chlorure de carbone. Une fois séchées, elles se conservent longtemps à l'abri de l'humidité et ne subissent pas aussi facilement la décomposition spontanée que l'on observe toujours, au bout de quelques jours, lorsqu'elles baignent dans leur eau mère acétique. Elles ont donné les nombres suivants :

(1) Matière, 0,7985; Acide carbonique, 0,480; Eau, 0,152.

(2) Matière, 1,677; Mélange : IAg + Cl Ag, 2,165.

(3) Mélange : IAg + ClAg, 0,737; le même, transformé en IAg par IK, 0,926.

(4) Mélange : IAg + ClAg, 0,939; le même, transformé en ClAg par Cl, 0,711.

» Ces nombres conduisent à la formule $I'''[(C^2H^3O^2)^2Cl]$ de l'iodol diacétochlorhydrique :

	Théorie.	I.	II.
Carbone.......	17,11	16,39	»
Hydrogène.....	2,13	2,12	»
Chlore..........	12,65	»	12,04
Iode...........	45,28	»	43,20
Oxygène........	»	»	»

» L'iodol diacétochlorhydrique se produit, d'après l'équation,

$$(C^2H^2O)^2O + I + Cl^2O = I(C^2H^3O^2)^2Cl + Cl.$$

En effet, pendant sa formation, on n'observe que la disparition de l'iode et un dégagement de chlore. Un excès d'acide hypochloreux en présence de l'anhydride acétique le transforme en iodol triacétique avec une vive effervescence de chlore

$$2[I'''(C^2H^3O^2)^2Cl] + Cl^2O + (C^2H^3O)^2O = Cl^4 + 2[I'''(C^2H^3O^2)^3].$$

» L'eau le décompose immédiatement avec production d'acide acétique,

d'acide chlorhydrique, d'acide iodique et de chlorure d'iode. Chauffé avec de l'acide acétique anhydre, il se décompose vers 100 degrés en donnant du chlorure d'acétyle, de l'acide iodacétique, un peu d'iode libre, de l'acide carbonique et de l'acétate de méthyle; en négligeant l'iode libre qui provient d'une décomposition secondaire, on a, en effet,

$$I'''(C^2H^3O^2)^2Cl + (C^2H^3O)^2O = \left.\begin{matrix} C^2H^2IO \\ H \end{matrix}\right\} O + C^2H^3OCl + CO^2 + \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ CH^3 \end{matrix}\right\} O.$$

» Quant au composé $I'''(C^2H^3O^2)Cl^2$, il est possible qu'il se forme dans une des phases de la réaction génératrice, mais jusqu'à présent je n'ai pas encore pu m'assurer de son existence.

» Aux propriétés de l'iodol triacétique déjà publiées, j'ajouterai les faits suivants :

» 1° Les métaux tels que le cuivre agissent à froid sur sa solution dans l'anhydride acétique et donnent un acétate et un iodure métallique. L'iode mis en liberté s'unit secondairement au métal.

» 2° Le zinc-éthyle réagit énergiquement sur l'iodol triacétique, il donne de l'acétate de zinc, de l'acétate d'éthyle et de l'iodure d'éthyle

$$I'''(C^2H^3O^2)^3 + Zn''(C^2H^5)^2 = \left.\begin{matrix} (C^2H^3O)^2 \\ Zn'' \end{matrix}\right\} O^2 + \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} O + IC^2H^5.$$

» J'espérais obtenir dans cette réaction un iodure de triéthyle $I'''(C^2H^5)^3$, mais l'expérience n'a pas confirmé cette vue théorique.

» 3° L'iodol triacétique n'agit pas à froid sur la benzine pure et sèche. Si l'on chauffe le mélange en présence d'un excès de benzine de manière à ne pas dépasser le point d'ébullition du carbure d'hydrogène, l'iodol se dissout d'abord et peut cristalliser par le refroidissement, mais peu à peu il disparaît, et lorsque le liquide cesse de déposer des cristaux à froid, on trouve outre l'excès de benzine : 1° un liquide bouillant entre 186 et 190 degrés qui possède les propriétés et la composition de la benzine monoiodée obtenue déjà par l'action du chlorure d'iode sur le benzoate de soude; 2° un corps solide, insoluble dans l'eau, soluble et cristallisable dans l'alcool, qui a fourni de 85,28 à 85,8 pour 100 d'iode, et qui semble être un mélange de benzine tétraiodée et de benzine quintiiodée. La production de la benzine monoiodée, qui représente le principal terme de la réaction, est liée à la formation simultanée d'acide carbonique, d'acide acétique et d'acétate de méthyle. On a, en effet,

$$I'''(C^2H^3O^2)^3 + C^6H^6 = C^6H^5I + \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ H \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ CH^3 \end{matrix}\right\} O + CO^2.$$

» La décomposition à 100 degrés de l'iodol diacétochlorhydrique en présence de l'anhydride acétique fournit un moyen rapide pour préparer l'acide iodacétique. On obtient ce même acide plus facilement encore, en chauffant à l'ébullition (140 degrés) un mélange d'anhydride acétique, d'iode et d'acide iodique, suivant la méthode de M. Kekulé, pour la préparation des benzines iodées; la réaction est très-vive et demande à être calmée. Si l'on a employé assez d'acide iodique, le liquide se prend par le refroidissement en masse cristalline d'acide iodacétique, qu'il est facile de purifier en le faisant dissoudre dans la benzine bouillante d'où il se dépose par refroidissement en beaux feuillets nacrés. »

CHIMIE. — *Note sur la propriété qu'a l'oxygène de rallumer les corps en ignition;* par **M. Robinet.**

« Des expériences récentes sur une lampe sous-marine, alimentée par du gaz oxygène comprimé, m'ont rappelé quelques essais exécutés en 1866, et qui avaient pour but de déterminer dans quelles proportions l'oxygène doit être mêlé à l'azote pour rallumer une allumette présentant quelques points en ignition.

» Voici dans quelles circonstances j'ai dû faire ce travail. Il existe à Neubourg (Orne) un puits dont l'eau laisse dégager un gaz en proportions sensibles. Ce gaz a été reconnu pour être un mélange d'azote et d'oxygène dans lequel la proportion d'oxygène, déterminée par M. Jacquelain, varie entre 63 pour 100 et 25 pour 100.

» De l'eau de ce puits m'ayant été envoyée par M. Lemercier, j'ai fait l'analyse de l'air qu'elle pouvait dégager par une ébullition prolongée, et j'ai trouvé les proportions suivantes :

Azote........	79,66	Azote........	80,26
Oxygène......	20,34	Oxygène......	19,74
	100,00		100,00

» Il était évident que l'eau transportée n'avait pas retenu en dissolution un air comparable à celui qui se dégage à la source. Cet air ne rallumait en aucune façon les corps en ignition, comme celui qu'avait analysé M. Jacquelain.

» En conséquence, j'ai prié M. Lemercier de recueillir et de m'envoyer un certain volume du gaz qui se dégage spontanément de l'eau du puits de Neubourg. C'est ce qu'il a fait. Ce gaz rallumait très-bien la bougie ou l'allumette.

» A la suite de ces essais, j'ai voulu déterminer dans quelles proportions l'oxygène doit se trouver mêlé à l'azote pour obtenir la reproduction du phénomène en question. A cet effet, j'ai fait des mélanges d'oxygène et d'azote dans des proportions déterminées.

» Ce mélange contenant 34 pour 100 d'oxygène ne rallume pas les corps en ignition. Le mélange qui en contient 37 pour 100 les rallume quelquefois. Le mélange qui en contient 42 pour 100 les rallume souvent. Enfin le mélange qui en contient 47 pour 100 les rallume toujours. La proportion nécessaire d'oxygène paraît devoir être de 40 pour 100, au moins.

» Afin de ne laisser subsister aucun doute sur les résultats de ces expériences, j'ai prié mon collègue M. Buignet de vouloir bien répéter mes essais. Les résultats qu'il a obtenus ne présentent pas avec les miens de différence sensible. »

PHYSIOLOGIE. — *Remarques sur les variations des nageoires dans la classe des Poissons.* Note de **M. Ed. Gouriet**, présentée par M. Robin.

« Si les Poissons offrent de grandes différences quant à leur forme générale, il existe des variations non moins nombreuses dans les caractères distinctifs de leurs nageoires. Y a-t-il, dans ces variations et dans leur rapport avec la forme de l'animal, des résultats qui puissent aboutir à des lois ou tout au moins à l'expression de simples tendances? C'est ce que l'examen de ces organes nous a conduit à penser.

» Les remarques suivantes ont trait à la *forme*, à la *grandeur*, au *nombre*, à la *situation* ou *insertion*, aux conditions d'*existence* ou de *non-existence* des nageoires. (Pour l'abréviation du langage, nous employons de préférence les termes de *pleuropes*, *catopes*, *épiptère*, *hypoptère*, *uroptère*, empruntés à C. Duméril.)

» I. *Forme.* — 1° Une nageoire aiguë se lie à une natation très-rapide, surtout si cet organe se recourbe en forme de faux et offre un bord postérieur concave : c'est ce qu'on voit pour les pleuropes et les catopes chez beaucoup de Scombéroïdes, et pour toutes les nageoires chez quelques Sélaciens. Ce résultat correspond à ce qui a eu lieu, chez les Oiseaux, pour l'aile suraiguë des Faucons, des Martinets, des Frégates, etc.

» 2° Une uroptère très-échancrée dénote un Poisson bon nageur, surtout si l'extrémité qui porte cet organe est soutenue elle-même par un pédicule : *Exemple :* les Scombéroïdes, les Squamipennes, les Teuthyes. Rappelons que les Oiseaux de haut vol ont la queue très-fourchue.

» 3° Comme conséquence inverse de ce qui précède, des nageoires à contours arrondis sont en général, tout égal d'ailleurs, l'apanage des Poissons à vitesse modérée, de même que l'aile et la queue obtuses caractérisent les Oiseaux à vol médiocrement rapide.

» II. *Grandeur et nombre.* — 1° Il est presque superflu de dire que la grandeur des nageoires s'observe surtout chez les Poissons à natation très-rapide : voyez le développement de l'uroptère dans les familles que nous avons citées, et celui des pleuropes chez le Thon commun, le Germon, les Exocets, les Dactyloptères, etc., etc.

» 2° Il en est, pour la rapidité, du nombre des nageoires comme de leur grandeur : citons les Sélaciens et certains Gadoïdes, dont les nageoires impaires sont aussi multipliées que possible. Quelques Poissons de cette dernière famille trouvent dans le grand nombre de ces appendices une compensation au désavantage qui résulte de leur contour souvent arrondi et obtus.

» 3° Une loi qui nous paraît presque générale, c'est que l'étendue en hauteur (il s'agit ici de la longeur des rayons) de l'épiptère et de l'hypoptère est proportionnelle à la distance de la ligne d'insertion au-dessus ou au-dessous de la ligne médiane antéro-postérieure ; *Exemple :* les Squamipennes, beaucoup de Scombéroïdes et de Sparoïdes à dos bombé.

» 4° Ce qui est vrai, sous ce dernier point de vue, pour une nageoire entière, est souvent applicable à une portion de nageoire, relativement à une très-petite région : c'est ainsi que chez les Pomotis, les Myripristis, les Holocentres, etc., des portions d'épiptère et d'hypoptère sont développées en hauteur dans le rapport de la saillie charnue où elles sont implantées.

» 5° Quelquefois cependant l'épiptère est très-haute, sans que la région d'implantation soit fort élevée au-dessus de l'axe médian : c'est qu'alors la grande étendue de la nageoire dorsale est destinée à compenser l'absence totale des catopes (Xiphias, Machaira), ou leur peu de développement, voire même leur réduction à de simples tiges ou rayons (Histiophore, Tétrapture, Ptéraclis, Astroderme, etc.). Dans ces deux derniers genres, l'hypoptère participe à la hauteur de l'épiptère. Voilà de nouveaux exemples de balancement organique, qui, avec celui que nous avons déjà cité, montrent la rapidité de la natation comme un produit soumis aux variations respectives de plusieurs facteurs, dont les principaux sont la forme, a grandeur et le nombre des nageoires.

» 6° La très-grande étendue antéro-postérieure (il s'agit ici du nombre des rayons) des nageoires dorsale et anale, étendue pouvant aller jusqu'à

la continuité avec l'uroptère, s'observe surtout chez les Poissons à forme très-aplatie (Pleuronectes), ou à forme très-allongée (Percophis, Thyrsite, Gempyle, Mastacemble, Anguilliformes, Tænioïdes, nombre de Gobioïdes, etc.).

» III. *Situation ou Insertion.* — La situation ou l'insertion des nageoires a été souvent mise à profit par les ichthyologistes pour l'établissement de leurs grandes coupes, témoin les classifications de Linné, de Lacépède, de Duméril. Cuvier s'en est servi, comme on sait, mais seulement pour subdiviser les Malacoptérygiens et pour établir des groupes secondaires dans la famille des Percoïdes.

» Le rapport qui peut exister entre le lieu d'insertion des nageoires et la forme générale de l'animal nous a vivement occupé; cet examen nous a conduit aux propositions suivantes :

» 1° Les catopes sont ou jugulaires ou thoraciques :

» *a.* Chez les Poissons *macrocéphales*, tels que les Trigles, les Cottes, les Dactyloptères, les Joues-Cuirassées en général (Céphalates et Dactylés de Duméril), les Pectorales pédiculées (Ptéropodes du même auteur);

» *b.* Chez la plupart des Poissons qui, sans même avoir un développement excessif de la tête, ont le corps assez ramassé d'avant en arrière, tels que beaucoup de Percoïdes et de Sciénoïdes, les Squamipennes, etc.;

» *c.* Chez presque tous les Poissons (proposition plus générale) qui ont le centre de gravité compris *dans les deux cinquièmes antérieurs du corps.*

» D'autre part, nous constatons que les Poissons abdominaux ou Opisthopodes n'ont jamais la tête ni la partie antérieure du tronc fort volumineuse, que leur corps est en général fusiforme quand il n'est pas très-allongé (Cyprinoïdes, Clupéides, Lucioïdes, Percoïdes abdominaux, Bouches en flûte, etc.).

» Les résultats qui précèdent peuvent se résumer par cette loi, que *chez les Poissons dont le centre de gravité se trouve placé très en avant, les catopes semblent portées vers ce point pour mieux le soutenir.*

» 2° Si, avec la coïncidence de la macrocéphalie et de la position des catopes très en avant, les pleuropes sont insérées assez loin en arrière, la longueur de ces dernières compense le désavantage qui résulte de leur position. *Exemple :* les Pectorales pédiculées.

» 3° On voit cependant, quoique bien moins souvent, des Poissons assez allongés parmi les Jugulaires et les Thoraciques (Propodes et Hémisopodes, de Duméril), mais il faut remarquer que, très-fréquemment alors, les nageoires impaires sont aussi multipliées que possible en nombre ou en éten-

due, ce qui exige le rejet des catopes en avant, et ce qui compense, ainsi que nous l'avons établi, au point de vue de la vélocité, le défaut inhérent à la forme souvent obtuse des nageoires.

» 4° L'insertion de l'épiptère peut aller parfois aussi loin que possible en avant, voire même jusqu'à la tête.

» L'insertion de l'hypoptère ne dépasse jamais en avant le niveau transversal des catopes.

» Le bord antérieur de l'appareil épiptérien est presque toujours en avant du bord antérieur de l'hypoptère; d'autres fois, il coïncide avec lui (Opisthoptères, de Duméril); il est assez rare qu'il lui soit postérieur, et excessivement rare que l'épiptère en totalité soit en arrière de l'hypoptère (*Anableps*).

» Il est très-commun, dans les Propodes et les Hémisopodes, de voir le bord postérieur des appareils épiptérien et hypoptérien se correspondre d'une manière sensible; au contraire, chez les Opisthopodes ou Abdominaux (excepté les Opisthoptères dont nous venons de parler), l'anale est le plus souvent portée en entier bien en arrière de la dorsale.

» IV. *Existence ou absence des nageoires.* — 1° De tous ces organes les catopes sont ceux qui auraient le plus de tendance à faire défaut. *Exemple :* les Anguilliformes, dits pour cela *Apodes*. En dehors de cette famille, il existe un certain nombre de Poissons, disséminés en divers points de la classe et privés de cette paire d'appendices. Duméril, pour faire saisir ce caractère, les avait, sous le nom de *Pseudapodes*, réunis en un groupe artificiel, tout en les rapportant à leurs familles respectives. Si l'on examine ces genres avec attention, il est facile de voir que l'absence des catopes est amplement compensée, chez les uns par la longueur et la souplesse du corps, chez les autres par le développement exagéré de certaines nageoires.

» 2° Le cas d'existence des catopes avec absence unilatérale ou bilatérale des pleuropes est on ne peut plus rare : les genres Monochire, Achire et Plagusie offrent seuls ce caractère (Pleuronectes ou Hétérosomes).

» 3° L'absence simultanée des pleuropes et des catopes a lieu chez les Ophichthes, de Duméril, qui, à l'exception de l'Aptérichthe et de certains Murènoblennes, dépourvus de toute espèce de nageoires, offrent encore des genres munis de nageoires impaires ou lophiodermiques. Ce sont donc ces organes impairs qui ont le plus de constance, ou, si l'on veut, qui sont les derniers à disparaître, soit en partie, soit même en totalité, comme nous venons d'en citer des exemples. »

GÉOLOGIE. — *Sur les mouvements du sol du Chili.* (Extrait d'une Lettre de **M. Pissis** à M. Élie de Beaumont.)

« Pendant mon dernier voyage dans les provinces australes du Chili, j'ai eu l'occasion d'observer quelques faits nouveaux qui pourront peut-être vous intéresser. Dans une des Lettres que j'ai eu l'honneur de vous écrire, je cherchais à établir, sur des données positives, le soulèvement graduel de la côte du Chili; je viens de constater ici un phénomène inverse, un abaissement du sol qui, s'il ne continue pas encore, ne peut remonter qu'à une époque très-peu éloignée.

» La grande plaine qui s'étend au sud du Rio-Impérial et qui occupe tout l'espace compris entre la cordillère des Andes et la chaîne maritime, est recouverte par une puissante assise d'un conglomérat de transport qui recouvre la formation à lignites et dont l'âge correspond à l'apparition des premiers cônes volcaniques. Ce terrain s'étend sans interruption jusqu'au 42e degré, et là il est brusquement coupé par le canal de Chacao, de telle sorte qu'au sud de ce parallèle la mer vient battre le pied des Andes, et la partie plane du Chili ne se trouve plus représentée que par ce nombre infini de petites îles qui forment les archipels de Chiloé et de los Chonos; or la composition de ces îles est absolument la même que celle de la plaine, on y retrouve le même terrain de transport formé de fragments roulés de trachyte, de phonolithe et de syénite; et dans quelques-unes on voit paraître au-dessous la formation à lignites. Ces archipels représentent ainsi les restes d'une vaste surface qui se rattachait au continent et qui a été envahie par la mer. Si l'on remonte au nord, en suivant la base des Andes, on trouve d'abord le golfe de Reloncavi, qui s'avance dans les terres jusqu'auprès du 41e degré, puis une série de lacs séparés entre eux par de très-petits intervalles et qui se succèdent jusqu'au volcan de Villarica. Le fond de quelques-uns de ces lacs se trouve bien au-dessous du niveau de la mer; celui de Llanquihue, dont la surface n'atteint pas 50 mètres d'altitude, présente vers son milieu une profondeur de plus de 200 mètres; il en est de même du lac de Ranco, situé plus au nord. Tous ces lacs sont entourés par le terrain de transport qui forme des falaises à pic de 20 à 30 mètres d'élévation; leur formation est donc postérieure à celle de ce terrain et paraît coïncider avec l'affaissement de la partie située plus au sud.

» Voici maintenant les faits qui paraissent indiquer que cet affaissement, qui a pu être instantané à l'origine, s'est ensuite continué lentement jusqu'à

nos jours. Sur plusieurs points de la côte orientale du golfe de Reloncavi et dans plusieurs îles de l'archipel, on observe des restes de forêts recouverts par la mer et qui sont comme le prolongement des forêts actuelles; les racines sont en place, et le bois si peu altéré qu'il conserve encore son élasticité.

» Ainsi le sol du Chili paraît obéir à un mouvement de bascule qui relèverait la partie nord, tandis que la partie sud s'affaisserait sous la mer. L'axe autour duquel le mouvement aurait lieu, correspond un peu au sud de l'embouchure du Rio-Levu; il y a là un point de la côte où l'on n'observe aucune trace de soulèvement ni d'affaissement. Quant à la direction de cet axe, les faits manquent encore pour l'indiquer même approximativement.

» Santiago, 9 mai 1868. »

GÉOLOGIE. — *Excursion au cratère du Vésuve, le 21 février 1868, par* **M. Diego Franco.** (Extrait d'un Mémoire présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

« Après avoir fait le tour des principales émanations des champs Phlégréens (1), il me restait à observer le Vésuve en éruption.

» Depuis la rentrée en activité du volcan, et surtout pendant le mois de février, on observa une sorte de périodicité dans sa force éruptive. Ainsi, tous les deux ou trois jours il reprenait de l'activité, qui se manifestait par des détonations et des mugissements accompagnés de projections, et surtout par un bruit prolongé et continu, semblable à celui d'une pluie d'orage, ce que je cherchais à exprimer dans mon journal d'observations par ces mots : *Tempête du volcan* (2). Cette exaltation de l'intensité éruptive, dont se ressentaient tous les instruments de l'Observatoire, était suivie d'une nouvelle émission de lave; puis, venait un calme trompeur; de sorte que, d'une certaine manière, nous pouvions savoir quand il était possible de faire sans danger l'ascension du cratère.

» La *tempête* ayant eu lieu le 20 février, et bien assuré que le jour suivant le cône éruptif serait rentré dans le calme, je me décidai le 21 à faire l'ascension du grand cône. Mais, comme la route manque, je fus obligé de m'ouvrir, au prix de mille fatigues et en rampant une grande partie du temps, un pénible chemin en suivant les bouches de 1855.

---

(1) Les travaux auxquels il est fait ici allusion seront soumis ultérieurement à l'Académie.

(2) *Temporale del Vulcano.*

» Sur le cratère supérieur, on ne voyait aucune lave, parce que celle-ci coulait à l'ouest par une ouverture ou canal, tout recouvert de cette même lave, et suivait ainsi la pente du grand cône, presque toujours cachée, jusque vers sa base ouest-sud-ouest, où elle a constitué un vaste amas sur le cône adventif de 1858. Une portion de la lave rejetée se dirigeait sur Resina; c'est celle du *piano delle Ginestre;* l'autre courait sur l'Observatoire, par la route *della Crocella* et par les *Canteroni*.

» On ne distinguait donc sur le cratère que le cône éruptif, bien terminé, notablement élevé et agrandi. Quoique dans un calme relatif, il rejetait, par intervalles et avec force, de grandes bouffées de vapeurs mélangées à des fragments de roches. En quelque point du versant ouest de ce cône qu'on fît un trou avec un bâton, on en voyait sortir une grande quantité de vapeur d'eau et de gaz. Étant monté jusque vers la moitié de ce cône éruptif, je trouvai l'acide sulfureux très-sensible, et, au moyen de l'aspirateur, je constatai l'existence de l'acide carbonique; mais, comme il eût été imprudent de m'établir là pour faire des essais quantitatifs, je recueillis deux flacons de ces émanations, et je m'éloignai. A la base de ce cône adventif il y avait encore de l'acide sulfureux et de l'acide carbonique. Même chose s'observait dans d'autres fumerolles, placées, à quelques mètres de cette base, sur le canal au fond duquel coulait la lave incandescente. Le gaz aspiré de ces fumerolles ne donna aucun précipité dans le nitrate d'argent ni dans le sulfate de fer et presque aucun dans le chlorure de baryum; par l'eau de chaux, j'obtins un précipité soluble dans les acides avec effervescence. Ces fumerolles, en communication avec le centre éruptif, ne contenant pas d'acide chlorhydrique, je crois pouvoir en conclure que, en ce moment, le cône éruptif ne contenait non plus, ou plutôt ne dégageait pas cet acide.

ANALYSE DE CES ÉMANATIONS.

Température de la fumerolle : elle fond le verre et le zinc.

Acides sulfureux et carbonique.....	18,30
Oxygène..........................	15,49
Résidu (Azote?)......................	66,21
	100,00

» Voilà ce qui est relatif aux substances gazeuses étudiées sur les lieux, près du centre éruptif et sur ce centre même.

» Quant aux substances solides sublimées, il y avait un peu de fer oligiste granulaire et un corps d'un rouge jaunâtre, déliquescent, que je

considère comme composé, en grande partie, de chlorure de fer. On voyait aussi du chlorure de sodium fondu (1).

» Après avoir ainsi observé le voisinage du centre éruptif actuel, je me suis dirigé vers mes fumerolles habituelles, au sud-ouest de l'ancien cratère, dont quelques-unes ont été recouvertes par les nouvelles laves (2). Voici l'analyse de deux d'entre elles, la température de l'air variant de 8 à 10 degrés :

	Temp. = 60°.	Temp. = 55°.
Acide carbonique......	3,03	2,22
Oxygène............	20,45	19,18
Résidu (Azote?).......	76,52	78,60
	100,00	100,00

» Quand on approchait l'oreille des orifices de ces fumerolles, d'où se dégageait une masse considérable de vapeur d'eau, on entendait un bruit semblable à celui d'une grande chaudière en ébullition.

» L'existence de l'acide carbonique sur le cône adventif en éruption me semblant d'abord contestable, je recueillis de ces gaz et le portai dans le laboratoire, où les essais suivants furent faits en collaboration de MM. de Luca et Ubaldini.

» Nous nous assurâmes d'abord que, pour que l'absorption du gaz sulfureux par l'oxyde puce de plomb soit complète, il faut que le gaz soit sec. Trois analyses de ce gaz ont ensuite donné les résultats suivants :

(1) Voici le résultat des essais faits sur ces dépôts de sublimation :

La partie soluble donnait la réaction du fer au maximum et celle du chlore.

Le sulfhydrate d'ammoniaque donnait un précipité altérable à l'air (sulfure de fer). Les traces d'une couleur de chair m'ayant fait soupçonner la présence du manganèse, je précipitai tout par la potasse et filtrai : le précipité recueilli, mis dans un tube d'essai avec du bioxyde de plomb et de l'acide nitrique, et chauffé, donna un dégagement immédiat de chlore.

Cette même partie soluble donnait :

Par l'oxalate d'ammoniaque, un précipité blanc;

Par le chlorure de baryum, très-léger précipité;

Avec la potasse, réaction négative.

La partie insoluble consistait presque uniquement en sesquioxyde de fer, donnant aussi la réaction du manganèse.

(2) Ce sont les fumerolles que j'ai constamment désignées, dans mes précédents Mémoires, sous le nom de : *Fumerolles des petites laves de 1842 à 1848.* (Ch. S.-C. D.)

	Analyses par l'oxyde de plomb et la potasse.		Analyse par la potasse seule.
Acide sulfureux........	3,21	3,58	8,42
Acide carbonique.......	5,50	4,48	
Oxygène.............	17,88	18,38	18,42
Résidu (Azote?)......	73,41	73,56	73,16
	100,00	100,00	100,00

» Le résidu n'était pas combustible.

» De ces analyses (1), je crois pouvoir conclure que les recherches du laboratoire ont confirmé ce que j'avais observé sur les lieux. »

M. **Baudrimont**, à propos d'une communication précédente de *M. E. Monnier*, adresse quelques remarques sur les diverses causes qui peuvent amener de faibles variations dans les indications des balances.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 29 juin 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

Expériences synthétiques relatives aux météorites. — Rapprochements auxquels ces expériences conduisent; par M. A. Daubrée. Paris, 1868; in-8°.

Agronomie, Chimie agricole et Physiologie; par M. Boussingault, t. IV, 2e édition. Paris, 1868; in-8°.

Description des fossiles du Néocomien supérieur de Utrillas et ses environs (province de Teruel); *par* MM. E. de Verneuil *et* G. de Lorière. Le Mans, 1868, br. in-4° avec planches. (Présenté par M. de Verneuil.)

Compléments de Géométrie fondés sur la perspective, formant suite à tous les Traités de Géométrie élémentaire; par M. Poudra. Paris, 1868; 1 vol. in-8° avec planches. (Présenté par M. Chasles.)

---

(1) Et de plusieurs autres essais comparatifs et justificatifs des méthodes, rapportés dans la Lettre de M. Diego Franco.

Galilée, les droits de la science et la méthode des Sciences physiques; par M. Th. HENRI MARTIN. Paris, 1868; in-12. (Présenté par l'Académie des Sciences morales et politiques.)

Du diagnostic des maladies des yeux par la chromatoscopie rétinienne, précédé d'une étude sur les lois physiques et physiologiques des couleurs; par M. X. GALEZOWSKI. Paris, 1868; in-8° avec figures et planches. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Rapport médical sur l'asile d'aliénés de Niort pour les années 1866 *et* 1867; *par* M. F. LAGARDELLE. Saint-Maixent, 1867-1868; 2 broch. in-4°.

Atti... *Actes de l'Académie pontificale des Nuovi Lincei,* 2e année, 1849; 20e année, décembre 1866 à juin 1867. Rome, 1867-1868; 4 brochures in-4°.

Accademia... *Académie pontificale des Nuovi Lincei.* — Programme du prix Carpi. Sans lieu ni date; opuscule in-4°.

Prefazione... *Préface d'une bibliothèque mathématique italienne, présentée à l'Académie royale des Sciences, Lettres et Arts de Modène; par* M. le professeur Pietro RICCARDI. Modène, 1868; in-4°.

Molestias... *Affections vénériennes et syphilitiques. Exégèse des doctrines qui s'y rapportent, suivies d'une Somme pathologique et thérapeutique, et d'un Formulaire spécial; par* M. J.-A. MARQUES, 2e édition. Lisbonne, 1868; in-12. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Researches... *Recherches de physique solaire; par* MM. WARREN DE LA RUE, BALFOUR STEWART, B. LOEWY. — *Appendice à la seconde série sur la distribution en latitude héliographique des taches solaires observées par* CARRINGTON. Londres, 1868; in-4° avec planches.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MAI 1868. (Fin.)

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 4 à 8, 9e année, 1868; in-fol.
Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n°s 10 à 14, 1868; in-8°.
L'Abeille médicale; n°s 19 à 21-23, 1868; in-4°.
La Guida del Popolo; n° 10, 1868; in-8°.
La Médecine contemporaine; n°s 10 et 11, 1868; in-4°.
La Science pour tous; 13e année, n°s 23 à 27, 1868; in-4°.
L'Art dentaire; n° 5, 1868; in-8°.
L'Art médical; mai, juin 1868; in-8°.
Le Gaz; n° 4, 1868; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 4 à 6, 1868; in-4°.

Leopoldina... Organe officiel de l'Académie des *Curieux de la Nature*, publié par son Président le Dr C.-Gust. Carus; nos 5 à 8, 1868; in-4°.

Les Mondes...; nos 7, 14, 21, 28 mai et 4 juin 1868; in-8°.

Le Sud médical; nos 10 et 11, 1868; in-8°.

L'Evénement médical; nos 19 à 23, 1868; in-4°.

L'Imprimerie; avril, mai, juin 1868; in-4°.

Magasin pittoresque; mai 1868; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; par G. DE MORTILLET; mars et avril 1868; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse.* Berlin, décembre 1867; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; mai et juin 1868; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; mai 1868; in-8°.

Nouvelles météorologiques, n° 6, 1868; gr. in-8.

Pharmaceutical Journal and Transactions; t. IX, n° 11, 1868; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; mai 1868; in-8°.

Revue des cours scientifiques; 5e année, nos 23 à 27; 1868; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; n° 5, 1868; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 10 et 11, 1868; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; avril et mai 1868; in-8°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Naples, mars 1868; in-4°.

The Scientific Review; n° 6, 1868; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUIN 1868.

Annales de l'Agriculture française; 15 et 30 mai - 15 juin 1868; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris, Comptes rendus des séances, t. XIII, 9e livraison; 1868; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; mai 1868; in-8°.

Annales du Génie civil; juin 1868; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 5, 1868; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse. Genève, n° 126, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 9 à 20, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos 10 et 11, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; mai 1868; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; n° 6, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; mai 1868; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; juin 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 5, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; juillet, août et septembre 1868; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 juin 1868; in-8°.

Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture; nos 24 à 26, 1868; in-8°.

Bullettino meteorologico dell'Osservatorio del Collegio romano; t. VII, n° 5, 1868; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 22 à 26, 1er semestre 1868; in-4°.

Cosmos; nos des 6, 13, 20, 27 juin 1868; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 68 à 76, 1868; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 24 à 26, 1868; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* novembre et décembre 1867, janvier à mars 1868. Turin et Pise; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 24 à 26, 1868; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juin 1868; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 16, 17, 1868; in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; juin 1868; in-4°.

Journal des fabricants de sucre; nos 9, 10, 11, 9e année, 1868; in-fol.

Les Mondes; nos des 11, 18, 25 juin 1868; in-8°.

La Science pour tous; nos 29, 30, 13e année, 1868; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 24 à 26, 1868; in-4°.

L'Art dentaire; n° 6, 1868; in-8°.

La Médecine contemporaine; n° 12, 1868; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n° 7, 1868; in-4°.

Le Sud médical; n° 12, 1868; in-8°.

Magasin pittoresque; juin, 1868; in-4°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse.* Berlin, janvier à mars 1868; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 7, 1868; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juin 1868; in-8°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; n° 12, 1868; in-8°.

Revue maritime et coloniale; juin 1868; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; juin 1868; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 12, 1868; in-8°.

Revue des cours scientifiques; 5e année, nos 28 à 30, 1868; in-4°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Naples, avril 1868; in-4°.

The Journal of the royal Dublin Society; n° 36, 1867; in-8°.

FIN DU TOME SOIXANTE-SIXIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1868.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXVI.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

PRIX PROPOSÉS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SCIENCES PHYSIQUES.

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Rue de Seine-Saint-Germain, 10, près l'Institut.